

|  |  |
|--|--|
| Matematyka<br>temat nr 4   | Mathematics<br>topic No. 4   |
| <b>Modelowanie matematyczne ekspresji genów</b>  | <b>Mathematical modelling of gene expression</b>   |
| PhD supervisor: <b>dr hab. Katarzyna Pichór, prof. UŚ</b>  |  |
| <p><b>Krótką charakterystyka założeń i celów badawczych</b></p> <p>Ekspresja genów jest złożonym procesem, który obejmuje trzy procesy: aktywację/inaktywację genów, transkrypcję/rozpad mRNA oraz translację/rozpad białek. Opis takich procesów jest dość skomplikowany, ponieważ wiąże się z różnymi mechanizmami matematycznymi, takimi jak zmiana dynamiki spowodowana włączaniem i wyłączaniem genów oraz zależność od określonych wartości progowych wytwarzanych biomolekuł.</p> <p>Nasze cele badawcze to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) zbadanie niektórych sieci regulacji genów, opisujących interakcje między genami podczas procesu produkcji białek i cząsteczek RNA.</li> <li>2) zastosowanie technik opartych na procesach stochastycznych w modelowaniu ekspresji genów.</li> </ol> <p>Modelowanie matematyczne ekspresji genów lub sieci regulacji genów jest trudnym problemem. Realistyczne wydają się tutaj modele oparte na kawałkami deterministycznych procesach Markowa oraz układach równań różniczkowych cząstkowych opisujących rozkłady tych procesów.</p> | <p><b>Brief description of research assumptions and goals</b></p> <p>Gene expression is a complex process which involves three processes: gene activation/inactivation, mRNA transcription/decay and protein translation/decay. The description of such processes is quite complicated because there are various mathematical mechanisms involved, such as the change in dynamics caused by the switching on and off of genes and dependence on certain threshold values of the biomolecules produced.</p> <p>Our research objectives are:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) the study of gene regulatory networks, describing interactions between genes during the production of proteins and RNA molecules,</li> <li>2) the use of techniques based on stochastic processes in modeling of gene expression.</li> </ol> <p>Mathematical modelling of gene expression or gene regulatory networks is a challenging problem. Models based on piecewise deterministic Markov processes and systems of partial differential equations describing the distributions of these processes seem realistic here.</p> |
| <p><b>Planowany wkład w rozwój dyscypliny</b></p> <p>Musimy opracować narzędzia matematyczne do opisywania i rozwiązywania konkretnych problemów biologicznych. Chcemy przedstawić ogólne twierdzenia matematyczne, które można bezpośrednio zastosować do badanych problemów. Jednocześnie badanie modeli biologicznych ma inspirujący wpływ na</p>   | <p><b>Planned contribution to the development of the discipline</b></p> <p>We need to develop mathematical tools to describe and solve specific biological problems. We want to give general mathematical theorems that can be directly applied</p>  |



|  |   |
|--|---|
| <p>rozwój nowych metod matematycznych. Chcemy również zbadać właściwości procesów semimarkowskich z losowymi skokami, które pojawiają się w wielu zastosowaniach, w tym również w modelowaniu ekspresji genów. Użycie procesów semimarkowskich i zbadanie ich własności stanowiłoby duży wkład w rozwój tej dyscypliny.</p>  | <p>to the problems under study. At the same time, the study of biological models has an inspiring effect on the development of new mathematical methods. We also want to study properties of semi-Markov processes with random jumps which appear in many applications, including modeling gene expression and systems of partial differential equations describing the distributions of these processes. The use of semi-Markov processes and the study of their properties would be a major contribution to the development of this discipline.</p> |
| <p><b>Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata</b><br/>Podstawowym wymaganiem, które musi spełnić kandydat/kandydatka, to ukończenie studiów matematycznych.<br/>Temat pracy doktorskiej jest na pograniczu analizy funkcjonalnej, równań różniczkowych i rachunku prawdopodobieństwa, zatem wymagane jest ukończenie tych kursów w ramach studiów matematycznych i zainteresowanie tymi zagadnieniami.</p> | <p><b>Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate</b><br/>The basic requirement that candidates must meet is a degree in mathematics.<br/>The topic of the doctoral thesis is at the intersection of functional analysis, differential equations and probability theory, so completion of these courses as part of a mathematics degree and an interest in these topics are required.</p>   |

