



Rekrutacja do Szkoły Doktorskiej w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach na rok akademicki 2026/2027

Admission to the Doctoral School at the University of Silesia in Katowice for academic year 2026/2027

Matematyka temat nr 2	Mathematics topic No. 2
Asymptotyczne własności modeli populacyjnych	Asymptotic properties of population models
PhD supervisor: dr hab. Katarzyna Pichór, prof. UŚ	
<p>Krótką charakterystyką założeń i celów badawczych</p> <p>W biologii populacyjnej, populacja jest zazwyczaj niejednorodna. Dlatego ważne jest, aby podzielić ją na jednorodne grupy według pewnych istotnych parametrów, takich jak wiek, wielkość, dojrzałość lub stan proliferacyjny komórek, i badać interakcje między takimi grupami. Modele tego typu nazywane są modelami strukturalnymi i opisują ewolucję w czasie rozkładu populacji zgodnie z ustalonymi parametrami</p> <p>Takie modele są zazwyczaj opisywane przez równania różniczkowe cząstkowe z pewnymi nielokalnymi zaburzeniami i specyficznymi warunkami brzegowymi (zwane równaniami ewolucyjnymi). Drugi typ tych modeli to modele oparte na procesach stochastycznych, takich jak kawałkami deterministyczne procesy Markowa i bardziej zaawansowane procesy semimarkowskie.</p> <p>Nasze cele badawcze to:</p> <ol style="list-style-type: none">1) konstruowanie i badanie modeli populacyjnych,2) analiza asymptotycznych własności takich modeli. <p>Naszym celem jest tworzenie nowych modeli zjawisk biologicznych, które pojawiają się w dynamice populacji, biologii molekularnej, oraz dostarczanie nowych narzędzi matematycznych do badania istniejących modeli biologicznych. Naszym celem może być sprawdzenie czy rozwiązania naszego nowego modelu generują ciągłą półgrupę operatorów w</p>	<p>Brief description of research assumptions and goals</p> <p>In population biology, a population is usually heterogeneous. Thus it is important to divide it into homogeneous groups according to some significant parameters such as age, size, maturity, or proliferative state of cells, and to study interactions between such groups. Models of this type are called structured and they describe the time evolution of the distribution of the population according to the fixed parameters. This type of models are usually represented by partial differential equations with some nonlocal perturbations and specific boundary conditions (called evolution equations). The second type of these models are models based on stochastic processes, such as piecewise deterministic Markov processes and more advanced semi-Markov processes</p> <p>Description of the topic and scientific goal of the project</p> <p>Our research objectives are:</p> <ol style="list-style-type: none">1) constructing and studying population models,2) analysis of the asymptotic properties of such models. <p>construct new models of biological phenomena which appear in population dynamics, molecular biology, to provide new mathematical tools to study existing biological models.</p> <p>Our goal may be to check whether the solutions of our new model generate a continuous semigroup of operators in a certain L^1 space and studying</p>





<p> pewnej przestrzeni \mathbb{R}^1 oraz zbadanie długoczasowego zachowania takiej półgrupy . Jednym z zagadnień może być podanie założeń, przy których półgrupa ta będzie miała asynchroniczny wzrost wykładniczy . Strukturalne modele populacyjne można też badać przy pomocy pewnego uogólnienia procesów semimarkowowskich . Przy takim podejściu można również skonstruować półgrupę operatorów dodatnich na przestrzeni funkcji całkowalnych związaną z tym modelem i badać długoterminowe zachowanie rozwiązań stochastycznego modelu wzrostu populacji.</p>	<p>the long-term behavior of such a semigroup . One of the issues may be to specify the assumptions under which this semigroup will have asynchronous exponential growth . Structural population models can also be studied using a generalization of semi-Markov processes . With this approach, it is also possible to construct a semigroup of positive operators on the space of integrable functions associated with this model and study the long-term behavior of solutions of the stochastic population growth model.</p>
<p>Planowany wkład w rozwój dyscypliny Najważniejszym zagadnieniem naszych badań jest znalezienie wyników matematycznych, które można zinterpretować biologicznie i które mogą dostarczyć cennych informacji biologicznych. Na przykład zastosowanie uogólnionych modeli semimarkowskich w opisie procesów biologicznych ma przewagę nad modelami Markowa, ponieważ funkcje w nich zawarte można łatwo zweryfikować eksperymentalnie. Na przykład w modelu populacji komórkowej o strukturze wielkościowej wykorzystujemy rozkład długości cyklu komórkowego zamiast trudnej do zmierzenia szybkości podziału. Procesy te mają znacznie szersze zastosowanie, prowadzą do powstania trudnych do zbadania obiektów matematycznych i wymuszają opracowanie nowych technik badawczych.</p>	<p>Planned contribution to the development of the discipline The most important issue in our research is to find mathematical results that can be interpreted biologically and that can provide valuable biological information. For example, the use of generalized semi-Markov models in the description of biological processes has the advantage over Markov models that the functions in them can be easily verified experimentally. For example, in the size-structured cellular population model we use the distribution of the cell cycle length instead of the rate of division, which is difficult to measure. These processes have a much broader field of application, lead to mathematical objects difficult to study and force the development of new research techniques.</p>
<p>Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata Podstawowym wymaganiem, które musi spełnić kandydat/kandydatka, to ukończenie studiów matematycznych. Temat pracy doktorskiej jest na pograniczu analizy funkcjonalnej, równań różniczkowych, rachunku prawdopodobieństwa i procesów stochastycznych, zatem wymagane jest ukończenie tych kursów w ramach studiów matematycznych i zainteresowanie tymi zagadnieniami.</p>	<p>Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate The basic requirement that candidates must meet is a degree in mathematics. The topic of the doctoral thesis is at the intersection of functional analysis, differential equations, probability theory, and stochastic processes, so completion of these courses as part of a mathematics degree and an interest in these topics are required.</p>

