

Układy dynamiczne

seminarium monograficzne
dla studentów matematyki

dr hab. Krzysztof Barański, prof. dr hab. Anna Zdunik

rok akad. 2015/16

Układy dynamiczne

Układy dynamiczne

Dyskretny układ dynamiczny to pewna przestrzeń X oraz przekształcenie

$$f : X \rightarrow X.$$

Układy dynamiczne

Dyskretny układ dynamiczny to pewna przestrzeń X oraz przekształcenie

$$f : X \rightarrow X.$$

Badamy **iteracje** przekształcenia f , czyli wielokrotne złożenia

$$f^n(x) = \underbrace{f \circ \dots \circ f}_{n \text{ razy}}(x)$$

dla punktów $x \in X$.

Układy dynamiczne

Dyskretny układ dynamiczny to pewna przestrzeń X oraz przekształcenie

$$f : X \rightarrow X.$$

Badamy **iteracje** przekształcenia f , czyli wielokrotne złożenia

$$f^n(x) = \underbrace{f \circ \dots \circ f}_{n \text{ razy}}(x)$$

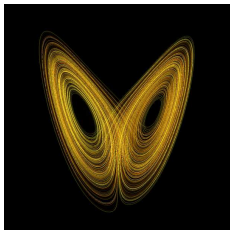
dla punktów $x \in X$.

Przestrzeń X może mieć różną strukturę (**topologiczną, gładką, konforemną, probabilistyczną**).

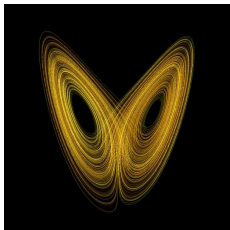
Interesują nas **graniczne zachowania** iteracji przekształceń przy
 $n \rightarrow \infty$,

Interesują nas **graniczne zachowania** iteracji przekształceń przy $n \rightarrow \infty$, a także topologiczne i geometryczne własności zbiorów granicznych i niezmienniczych, np. tzw. **dziwnych atraktorów**.

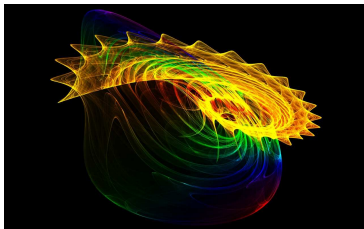
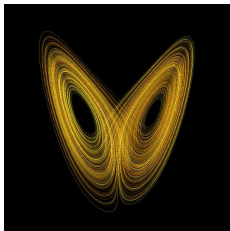
Interesują nas **graniczne zachowania** iteracji przekształceń przy $n \rightarrow \infty$, a także topologiczne i geometryczne własności zbiorów granicznych i niezmienniczych, np. tzw. **dziwnych atraktorów**.



Interesują nas **graniczne zachowania** iteracji przekształceń przy $n \rightarrow \infty$, a także topologiczne i geometryczne własności zbiorów granicznych i niezmienniczych, np. tzw. **dziwnych atraktorów**.



Interesują nas **graniczne zachowania** iteracji przekształceń przy $n \rightarrow \infty$, a także topologiczne i geometryczne własności zbiorów granicznych i niezmienniczych, np. tzw. **dziwnych atraktorów**.



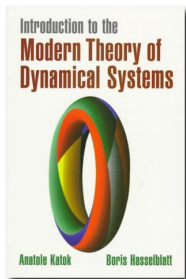
Układy dynamiczne w matematyce

Układy dynamiczne w matematyce

Układy dynamiczne to szybko rozwijająca się, ważna dziedzina matematyki. Oprócz własnych wypracowanych teorii, używają metod **analizy, geometrii, topologii, funkcji analitycznych, rachunku prawdopodobieństwa...**

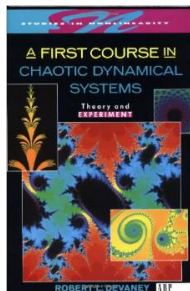
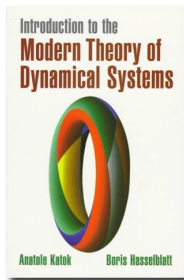
Układy dynamiczne w matematyce

Układy dynamiczne to szybko rozwijająca się, ważna dziedzina matematyki. Oprócz własnych wypracowanych teorii, używają metod **analizy, geometrii, topologii, funkcji analitycznych, rachunku prawdopodobieństwa...**



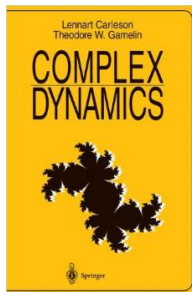
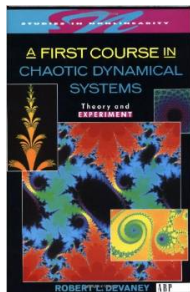
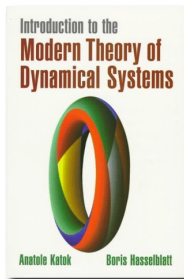
Układy dynamiczne w matematyce

Układy dynamiczne to szybko rozwijająca się, ważna dziedzina matematyki. Oprócz własnych wypracowanych teorii, używają metod **analizy, geometrii, topologii, funkcji analitycznych, rachunku prawdopodobieństwa...**



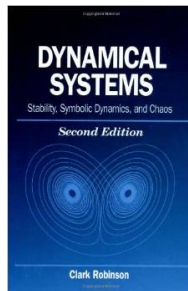
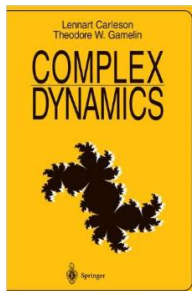
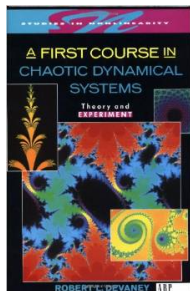
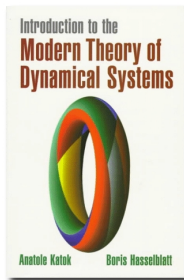
Układy dynamiczne w matematyce

Układy dynamiczne to szybko rozwijająca się, ważna dziedzina matematyki. Oprócz własnych wypracowanych teorii, używają metod **analizy, geometrii, topologii, funkcji analitycznych, rachunku prawdopodobieństwa...**



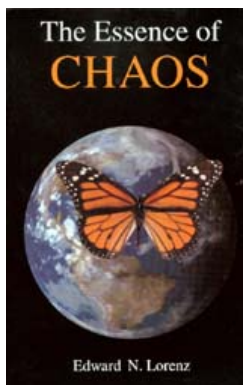
Układy dynamiczne w matematyce

Układy dynamiczne to szybko rozwijająca się, ważna dziedzina matematyki. Oprócz własnych wypracowanych teorii, używają metod **analizy, geometrii, topologii, funkcji analitycznych, rachunku prawdopodobieństwa...**

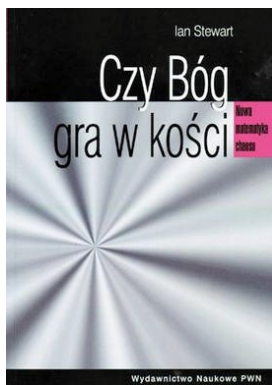
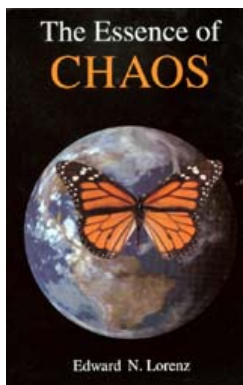


W popularnym ujęciu teoria układów dynamicznych jest czasami nazywana teorią chaosu

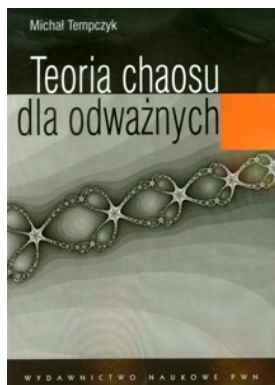
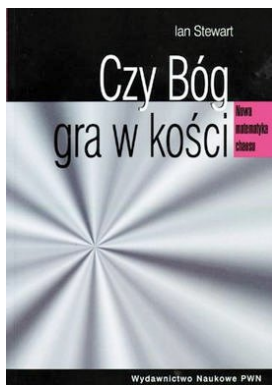
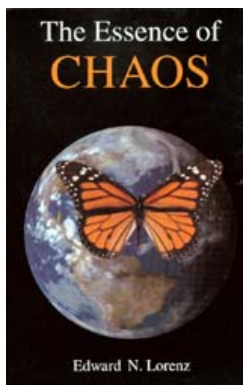
W popularnym ujęciu teoria układów dynamicznych jest czasami nazywana teorią chaosu



W popularnym ujęciu teoria układów dynamicznych jest czasami nazywana teorią chaosu



W popularnym ujęciu teoria układów dynamicznych jest czasami nazywana teorią chaosu



Historia

- **L. Boltzmann** (1844–1906): fizyka statystyczna



Historia

- **L. Boltzmann** (1844–1906): fizyka statystyczna
- **H. Poincaré** (1854–1912): mechanika nieba



Historia

- **L. Boltzmann** (1844–1906): fizyka statystyczna
- **H. Poincaré** (1854–1912): mechanika nieba
- **G. Birkhoff** (1884–1944): twierdzenia ergodyczne



Historia

- **L. Boltzmann** (1844–1906): fizyka statystyczna
- **H. Poincaré** (1854–1912): mechanika nieba
- **G. Birkhoff** (1884–1944): twierdzenia ergodyczne
- **A. Kołmogorow** (1903–1987): entropia



Układy dynamiczne w Warszawie

Układy dynamiczne w Warszawie

Początki ~1965

Karol Krzyżewski, Wiesław Szlenk – założyciele Warszawskiej Grupy Układów Dynamicznych.

Układy dynamiczne w Warszawie

Początki ~1965

Karol Krzyżewski, Wiesław Szlenk – założyciele Warszawskiej Grupy Układów Dynamicznych.

Kontynuatorzy

Paweł Góra, Michał Misiurewicz, Maciej Wojtkowski...

Układy dynamiczne w Warszawie

Początki ~1965

Karol Krzyżewski, Wiesław Szlenk – założyciele Warszawskiej Grupy Układów Dynamicznych.

Kontynuatorzy

Paweł Góra, Michał Misiurewicz, Maciej Wojtkowski...

Obecnie

Krzysztof Barański, Michał Krych, Anna Zdunik (UW),
Feliks Przytycki, Michał Rams (IMPAN),
Bogusława Karpińska, Janina Kotus, Grzegorz Świątek (PW)...

Układy Dynamiczne przyciągają znakomitych matematyków

Układy Dynamiczne przyciągają znakomitych matematyków

- S. Smale (medal Fieldsa 1966)
- J. Milnor (medal Fieldsa 1962, nagroda Abela 2011)
- W. Thurston (medal Fieldsa 1983)
- J.-Ch. Yoccoz (medal Fieldsa 1994)
- C. McMullen (medal Fieldsa 1998)
- H. Furstenberg (nagroda Wolfa 2006)
- T. Tao (medal Fieldsa 2006)
- E. Lindenstrauss (medal Fieldsa 2010)
- S. Smirnov (medal Fieldsa 2010)
- Y. Sinaj (nagroda Abela 2014)
- A. Avila (medal Fieldsa 2014)

CO TRZEBA WIEDZIEĆ NA POCZĄTEK

CO TRZEBA WIEDZIEĆ NA POCZĄTEK

Dobra wiadomość

Nie zakładamy żadnej specjalnej wiedzy; w zupełności wystarczy przygotowanie w zakresie pierwszych dwóch lat studiów i rachunek prawdopodobieństwa.

CO TRZEBA WIEDZIEĆ NA POCZĄTEK

Dobra wiadomość

Nie zakładamy żadnej specjalnej wiedzy; w zupełności wystarczy przygotowanie w zakresie pierwszych dwóch lat studiów i rachunek prawdopodobieństwa.

Tematyka seminarium

będzie dostosowana do oczekiwań uczestników. Osoby, które będą chciały zająć się poważniej ambitniejszym tematem, dostaną taką możliwość.

CO TRZEBA WIEDZIEĆ NA POCZĄTEK

Dobra wiadomość

Nie zakładamy żadnej specjalnej wiedzy; w zupełności wystarcza przygotowanie w zakresie pierwszych dwóch lat studiów i rachunek prawdopodobieństwa.

Tematyka seminarium

będzie dostosowana do oczekiwań uczestników. Osoby, które będą chciały zająć się poważniej ambitniejszym tematem, dostaną taką możliwość.

Warunki zaliczenia

Systematyczne uczestnictwo w seminarium i przygotowanie jednego referatu w semestrze.

Julia Romanowska

doktorantka naszego Wydziału z grupy Układów Dynamicznych, w przygotowywanej pracy doktorskiej rozwiązała częściowo 30-letnią hipotezę Mandelbrota, dotyczącą wymiaru wykresu nigdzie nieróżniczkowalnej funkcji Weierstrassa.

