

# VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY STUDY MODULE CARD

## Department of Electronic Systems

### A dalis

Modulio pavadinimas  
**Dirbtinių neuronų tinklų teorija**

Module title  
**Theory of Artificial Neural Networks**

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| <b>Modulio grupė</b>  | Studijų dalyko                    |
| <b>Modulio blokas</b> | Doktorantūros specialybės dalykai |
| <b>Priklausomybė</b>  | Katedros                          |

| Mokslų krypties ir srities kodas |              | Studijos             |
|----------------------------------|--------------|----------------------|
| <b>T 001</b>                     | <b>T 000</b> | <b>Doktorantūros</b> |

| Module code |   |            |   |               |             | Credits |                   | Form of evaluation          |            |
|-------------|---|------------|---|---------------|-------------|---------|-------------------|-----------------------------|------------|
| Faculty     |   | Department |   | B, A, M, I, D | Module No.* | Total   | Iš jų: KD, KS, KP | I, E1, E2, E, BE, BD, TD, A | KD, KS, KP |
| E           | L | E          | S | D             | 19304       | 6       | 0                 | E                           |            |

\* modulio registracijos numeris katedroje

| Studijų forma       |   | Paskaitoms | Lab. darbas | Pratyboms | Aud. darbai | Sav. darbai | Iš viso |
|---------------------|---|------------|-------------|-----------|-------------|-------------|---------|
| Nuolatinės studijos | F | 16         | 0           | 16        | 32          | 128         | 160     |
| Iššęstinės studijos | I |            |             |           |             |             |         |

#### Modulio tikslas

Padėti doktorantams įgyti sisteminį dirbtinių neuronų tinklų teorijos supratimą bei gebą planuoti, įgyvendinti ir pritaikyti įgytas žinias tolimesniuose moksliniuose tyrimuose.

#### Aim of module

To support doctoral students to master theory of artificial neural networks, and organize, implement and apply the acquired knowledge in the future research and experimentation.

#### Suteikiamos žinios ir gebėjimai

Doktorantas: gebės kurti, modeliuoti ir analizuoti šiuolaikinius dirbtinių neuronų tinklus; gebės naudotis MATLAB programine įranga kurti, modeliuoti ir analizuoti dirbtinius neuronų tinklus; gebės teoriškai suprasti dirbtinių neuronų tinklų technologijas; gebės dirbtinių neuronų tinklų kūrimo ir modeliavimo žinias savarankiškai taikyti signalams apdoroti; tobulins laiko tvarkymo ir organizacinius įgūdžius, mokėjimą planuoti ir įgyvendinti produktyvius bei veiksmingus darbo būdus; gebės aiškiai perteikti dirbtinių neuronų tinklų problemas ir jų priežastis kolegų bei ne specialistų auditorijai.

#### Provided knowledge and skills

Doctoral students: will be able to create, simulate and analyze modern artificial neural networks; will be capable to use MATLAB software for neural networks' creation, simulation and analysis; will be competent understanding in theory neural networks' technologies; will be able independently to apply knowledge of development and simulation of neural networks for signal processing; will master time planning skills and competence to schedule and implement efficient work manners; will be able to clearly convey neural networks' problems and their causes for colleagues and non-specialists.

#### Modulio anotacija

Įgyjamos sisteminės teorinės ir praktinės žinios apie šiuolaikinius statinius bei dinامينius (iki 20 skirtingų pavadinimų) dirbtinių neuronų tinklus, jų sudėtį, veikimą ir mokymą. Išmokstama dirbtinių neuronų tinklus modeliuoti MATLAB programa bei juos taikyti signalams apdoroti. Gilinamasi į dirbtinių neuronų tinklų: galimybes, mokymo procesus, struktūros optimizavimą bei taikymo aspektus.

#### Module annotation

Students acquire systematic theoretical and working knowledge about modern static and dynamic artificial neural networks (up to 20 different titles), their structure, operations and training. They master with MATLAB artificial neural networks' simulation and processing of signals. Capabilities, learning processes, structure optimization and application aspects of artificial neural networks are questioned.

#### Literature (author, title of publication, publisher, year)

1. Haykin, S. Neural Networks and Learning Machines. 3rd ed., Prentice-Hall, 2010. ISBN 978-8131763773.
2. Nelles, O. Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models. Springer-Verlag, 2010. ISBN 978-3642086748
3. Bishop, C. Pattern recognition and machine learning. Springer Science; Business Media, LCC, 2011. ISBN 978-0387310732.
4. Navakauskas, D.; Serackis, A.; Matuzevičius, D.; Laptik, R. Specializuotos elektroninės intelektualiosios sistemos garsams ir vaizdams apdoroti. Teorija ir taikymai: monografija. Technika, 2014. ISBN 978-609-457-768-0.
5. Luo, F.-L.; Unbehauen, R. Applied Neural Networks for Signal Processing. Cambridge University Press, 1999. ISBN 978-0521644006.
6. Rojas, R. Neural Networks - A Systematic Introduction. Springer-Verlag, 1996. ISBN 978-3540605058.
7. (Papildoma). Sjöberg, J.; Zhang, Q.; Ljung, L.; Benveniste, A.; Delyon, B.; Glorennec, P.; Hjalmarsson, H.; Juditsky, A. Nonlinear Black-Box Modeling in System Identification: A Unified Overview. Automatica, 1995, vol. 1, p. 1691 - 1724.
8. (Papildoma). Juditsky, A.; Hjalmarsson, H.; Benveniste, A.; Delyon, B.; Ljung, L.; Sjöberg, J.; Zhang, Q. Nonlinear Black-Box Modeling in System Identification: Mathematical Foundations. Automatica, 1995, vol. 31, p. 1725 - 1750.
9. (Papildoma). Higham, N. J. Handbook of Writing for the Mathematical Sciences. SIAM, 2nd ed., 1999.
10. (Papildoma). Golub, G. H.; Van Loan, C. F. Matrix Computations. North Oxford Academic, 1986.
11. (Papildoma). Simpson, P. K. Artificial Neural Systems. Foundations, Paradigms, Applications, and Implementations. Pergamon Press, Inc. 1990.
12. (Papildoma). Hu, Y. H.; Hwang, J.-N.; Eds. Handbook of Neural Network Signal Processing. CRC Handbook, 2002.
13. (Papildoma). Minsky, M.; Papert, S. Perceptrons - An Introduction to Computational Geometry. The MIT Press, 1988.

[illegible]

**Modulio sudarytojai** (vardas,pavardė)  
Dalius Navakauskas

**Module examiners** (name, surname):  
Dalius Navakauskas  
Artūras Serackis

**Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):  
Artūras Serackis

**Doktorantūros komisijos nutarimas**

|                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Modulis atestuojamas             |                                 |
| 2. Modulis skirtas mokslo krypčiai: | <b>Elektros ir elektronikos</b> |
| 3. Modulio atestacija galioja: nuo  | 2021-09-01 iki 2026-08-31       |

**Modulį atestavo**  
**Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas** (vardas, pavardė)

Artūras Serackis Data 2024-01-10

# VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY STUDY MODULE CARD

Elektroninių sistemų katedra

## B dalis

Modulio pavadinimas

**Dirbtinių neuronų tinklų teorija**

Module title

**Theory of Artificial Neural Networks**

Modulio kodas

Kreditai

Atsiskaitymo forma

|            |   |         |   |               |  |              |  |          |  |                   |  |                             |  |            |  |
|------------|---|---------|---|---------------|--|--------------|--|----------|--|-------------------|--|-----------------------------|--|------------|--|
| Fakultetas |   | Katedra |   | B, A, M, I, D |  | Modulio Nr.* |  | Iš viso: |  | Iš jų: KD, KS, KP |  | I, E1, E2, E, BE, BD, TD, A |  | KD, KS, KP |  |
| E          | L | E       | S | D             |  | 19304        |  | 6        |  | 0                 |  | E                           |  |            |  |

\* modulio registracijos numeris katedroje

Studijų forma

Paskaitoms

Lab. darbams

Pratyboms

Aud. darbui

Sav. darbui

Iš viso

|                     |   |    |   |    |    |     |     |
|---------------------|---|----|---|----|----|-----|-----|
| Nuolatinės studijos | F | 16 | 0 | 16 | 32 | 128 | 160 |
| Iššęstinės studijos | I |    |   |    |    |     |     |

## List of the Course lecture topics

| Lecture topics                                                   | Number of hours |      |      |       |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------|-------|
|                                                                  | NL(S)           | I(S) | I(S) | NL(T) |
| 1. Presentation of the course                                    | 1               |      |      |       |
| 2. Introduction. Biological, mathematical and artificial neurons | 1               |      |      |       |
| 3. ANN training processes                                        | 2               |      |      |       |
| 4. Training of ANN as optimization task                          | 1               |      |      |       |
| 5. Static artificial neural networks. Part 1                     | 2               |      |      |       |
| 6. Static artificial neural networks. Part 2                     | 1               |      |      |       |
| 7. Artificial neural network structure optimization. Part 1      | 2               |      |      |       |
| 8. Artificial neural network structure optimization. Part 2      | 1               |      |      |       |
| 9. Dynamic artificial neural networks. Part 1                    | 2               |      |      |       |
| 10. Dynamic artificial neural networks. Part 2                   | 1               |      |      |       |
| 11. Artificial neural networks application                       | 2               |      |      |       |
| <b>In total:</b>                                                 | <b>16</b>       |      |      |       |

## List of the Course exercise topics

| Lecture topics | Number of hours |      |      |       |
|----------------|-----------------|------|------|-------|
|                | NL(S)           | I(S) | I(S) | NL(T) |

|                                                                                |           |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|--|
| 1. Seminar - ND1 statement of tasks for homework 1 and presentation of results | 4         |  |  |  |
| 2. Seminar - ND2 statement of tasks for homework 1 and presentation of results | 6         |  |  |  |
| 3. Seminar - ND3 statement of tasks for homework 1 and presentation of results | 6         |  |  |  |
| <b>In total:</b>                                                               | <b>16</b> |  |  |  |

**Compilers of the module** (name,surname)**Modulio egzaminuotojai** (vardas, pavardė): **Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):

Dalius Navakas

Dalius Navakas

Artūras Serackis

Artūras Serackis

#### **Doktorantūros komisijos nutarimas**

|                                     |                    |     |            |  |
|-------------------------------------|--------------------|-----|------------|--|
| 1. Modulis atestuojamas             |                    |     |            |  |
| 2. Modulis skirtas mokslo krypčiai: | <b>Elektros ir</b> |     |            |  |
| 3. Modulio atestacija galioja: nuo  | 2021-09-01         | iki | 2026-08-31 |  |

#### **Modulį atestavo**

**Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas** (vardas, pavardė)

Artūras Serackis

Data

2024-01-10