

PROGRAM OF STUDIES

FACULTY: Fundamental Problems of Technology

MAIN FIELD OF STUDY: Big Data Analytics (BDA)

BRANCH OF SCIENCE: natural sciences

DISCIPLINES: D1 physical sciences, with engineering skills (major discipline)

EDUCATION LEVEL: second-level studies

FORM OF STUDIES: full-time studies

PROFILE: general academic

LANGUAGE OF STUDY: english

Content:

1. Assumed learning outcomes – attachment no. 1 to the program of studies
2. Program of studies description – attachment no. 2 to the program of studies
3. Plan of studies- attachment no. 3 to the program of studies

Resolution no. ... of the Senate of Wrocław University of Science and
Technology

In effect since 2021/2022

ASSUMED LEARNING OUTCOMES

FACULTY: of Fundamental Problems of Technology

MAIN FIELD OF STUDY: Big Data Analytics (BDA)

EDUCATION LEVEL: second-level studies

PROFILE: general academic

Location of the main-field-of study:

Branch of science: **natural sciences**

Discipline / disciplines (for several disciplines, please indicate the major discipline)

physical sciences, with engineering skills

Explanation of the markings:

P6U – universal first degree characteristics corresponding to education at the first-level studies - 6 PRK level *

P7U – universal first degree characteristics corresponding to education at the second-level studies - 7 PRK level *

P6S – second degree characteristics corresponding to education at the first-level studies - 6 PRK level *

P7S – second degree characteristics corresponding to education at the second-level studies - 7 PRK level *

W - category "knowledge"

U - category "skills"

K - category "social competences"

K (*faculty symbol*) _W1, K (*faculty symbol*) _W2, K (*faculty symbol*) _W3, ... - main-field-of study learning outcomes related to the category "knowledge"

K (*faculty symbol*) _U1, K (*faculty symbol*) _U2, K (*faculty symbol*) _U3, ... - main-field-of study learning outcomes related to the category "skills"

K (*faculty symbol*) _K1, K (*faculty symbol*) _K2, K (*faculty symbol*) _K3, ... - main-field-of study learning outcomes related to the category "social competences"

S (*faculty symbol*) _W..., S (*faculty symbol*) _W..., S (*faculty symbol*) _W..., ... - specialization learning outcomes related to the category "knowledge"

S (*faculty symbol*) _U..., S (*faculty symbol*) _U..., S (*faculty symbol*) _U..., ... - specialization learning outcomes related to the category "skills"

S (*faculty symbol*) _K..., S (*faculty symbol*) _K..., S (*faculty symbol*) _K..., ... - specialization learning outcomes related to the category "social competences"

... _inż. – learning outcomes related to the engineer competences

* delete as applicable

Main field of study learning outcomes	Description of learning outcomes for the main-field-of study Big Data Analytics After completion of studies, the graduate:	Reference to PRK characteristics		
		Universal first degree characteristics (U)	Second degree characteristics typical for qualifications obtained in higher education (S)	
			Characteristics for qualifications on 7 levels of PRK	Characteristics for qualifications on 6 and 7 levels of PRK, enabling acquiring engineering competences
KNOWLEDGE (W)				
BDA2_W01	has taken extended knowledge in physics, computer science and mathematics, that is useful to modeling and solving problems related to analyzing big information resources	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
BDA2_W02	is familiar with the most important directions in the field of the big data analytics, theory of complex systems, and statistical physics	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W03	is familiar with methods of physics and computer science, those are applicable to tracking, modeling, and analyzing big data sets	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
BDA2_W04	is familiar with methods for monitoring online and processing with big data sets	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W05	is familiar with basic techniques of classifying and their computational complexities	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W06	is familiar with methods of modeling and analysis of complex dynamical systems	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W07	is familiar with the definition and usage of the entropy to the analysis of dynamical systems	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W08	is familiar with applications of differential equations to modeling and studying dynamical systems	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W09	is familiar with elements of programming with use of symbolic algebra packages	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W10	is familiar with modeling and generating big structures	P7U_W	P7S_WG	

	of probabilistic data			
BDA2_W11	is familiar with basic rules of safety and hygiene at work with electronic equipment, is familiar with main dangers of using modern information processing and telecommunication technologies	P7U_W	P7S_WK	
BDA2_W12	is familiar with basics of legal and ethical conditions related to data analyzing	P7U_W	P7S_WK	
BDA2_W13	is familiar with general rules of creating and developing individual entrepreneurship using scientific knowledge relevant to the individual educational directions, is familiar with methods of analyzing data for business	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_inž
SKILLS (U)				
BDA2_U01	is able to efficiently use available data sources	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inž
BDA2_U02	is able to utilize the knowledge in physics to modeling complex systems	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inž
BDA2_U03	is able to efficiently use specialist literature including the most recent publications	P7U_U	P7S_UU	P7S_UW_inž
BDA2_U04	is able to find an adequate model of observed dynamical phenomenon	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inž
BDA2_U05	is able to prepare a publication of the scientific character that presents results of a performed study	P7U_U	P7S_UW	
BDA2_U06	is able to apply the methods of Big Data Analytics to sets of data of scientific observations	P7U_U	P7S_UW	
BDA2_U07	is able to present results of a study in an accessible way	P7U_U	P7S_UK	
BDA2_U08	is able to work in a team for carrying out research projects; is able to lead the teamwork	P7U_U	P7S_UO	
BDA2_U09	is aware of the need for continuous tracking of the specialist literature and is familiar with the major Big-Data conferences, complex systems theory, statistical physics	P7U_U	P7S_UU	
BDA2_U10	is able to speak a foreign language at the B2+ level	P7U_U	P7S_UK	
BDA2_U11	has practical skills in probability theory, statistics, algebra, differential equations, numerical methods and databases	P7U_U	P7S_UW	
SOCIAL COMPETENCES (K)				

BDA2_K01	is able to filter and verify informations taken from different sources	P7U_K	P7S_KK	
BDA2_K02	is able to perform verification of the level of complexity of a studied problem, to divide an analytical task into the stages and is able to control the project implementation	P7U_K	P7S_KK P7S_KR	
BDA2_K03	takes into account ethical and legal problems related to publishing results of data analyses	P7U_K	P7S_KR	
BDA2_K04	undertakes discussions on social issues based on data analysis, being aware of its limitations	P7U_K	P7S_KO	

*delete as applicable

DESCRIPTION OF THE PROGRAM OF STUDIES**Main field of study** Big Data Analytics**Profile** general academic**Level of studies** second level studies**Form of studies** full-time studies**1. General description**

1.1 Number of semesters: 3	1.2 Total number of ECTS points necessary to complete studies at a given level: 90
1.3 Total number of hours: 990	1.4 Prerequisites (particularly for second-level studies): the professional degree: Engineer, MSc Engineer or MSc. The finalized general-academic study in: astronomy, automatics, electronics and electrical engineering, information engineering and telecommunication, informatics, biomedical engineering, mathematics, physical sciences
1.5 Upon completion of studies graduate obtains professional degree of: MSc Engineer II level competences	1.6 Graduate profile, employability: The graduate has in-depth knowledge of these areas of physics, computer science and mathematics, that are useful for modeling and solving problems related to the analysis of large information resources. The graduate knows the most

	<p><i>important directions of research in the field of analytics of large data sets (Big Data Analytics), complex systems theory and statistical physics and has skills to: (1) use IT tools and technologies to process large amounts of data, (2) use methods of physics of complex systems to study and model the analyzed information resources, (3) find or design an adequate model of the observed dynamic phenomenon and verify it on the basis of empirical data.</i></p> <p><i>The graduate will be prepared to work in a dynamically developing market sector (in particular banking and IT programming sectors) related to the statistical analysis of large data sets, that is aimed to uncover, among others, hidden patterns, market trends, customer preferences, etc.</i></p>
<p><i>1.7 Possibility of continuing studies: III level study (PhD study)</i></p>	<p><i>1.8 Indicate connection with University's mission and its development strategy:</i></p> <p>This master program implements the mission of the university, offering technical competences in the field of modeling complex systems and big data analytics, which will be the fundamentals for the modern information technologies in application not only to natural and technical sciences, but also to economic and social systems. It will educate creative specialists prepared to play a leading role in the dynamically developing market segment of big data. The program fits into the implementation of the university's strategic goals through its correlation with the needs of the market, high formal level, interdisciplinary</p>

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

	character, students' involvement in research at the highest level and attractiveness for foreign students.
--	--

2. Detailed description

2.1 Total number of learning outcomes in the program of study: W (knowledge) = 13, U (skills) = 11, K (competences) = 4, W + U + K = 28

2.2 For the main field of study assigned to more than one discipline - the number of learning outcomes assigned to the discipline:

D1 (major) 28 (this number must be greater than half the total number of learning outcomes)

D2

D3

D4

2.3 For the main field of study assigned to more than one discipline - percentage share of the number of ECTS points for each discipline:

D1 100% ECTS points

D2% ECTS points

D3% ECTS points

D4% ECTS points

2.4a. For the general academic profile of the main field of study – the number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline or disciplines to which the main field of study is assigned – DN (must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 1.2) 62 ECTS points

2.4b. For the practical profile of the main field of study - the number of ECTS points assigned to the classes shaping practical skills (must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 1.2)

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

2.5 Concise analysis of compliance of the assumed learning outcomes with the needs of the labor market

Over the last years, big data has significant influence to changes in most types of modern industries. Large amount of data are collected everyday by many corporations, including financial, telecommunication, marketing and health companies. However, understanding the value of big data continues to remain a challenge. Analyzing big data could potentially help to discover some hidden patterns and dependencies. In result it should substantially help companies to make different strategic choices. Different surveys show that most of companies are investing or are planning to invest in big data. Therefore, creative specialists, who are not only prepared to use already known tools but also designing new technologies, are of particular high demand.

2.6. The total number of ECTS points that a student must obtain in classes requiring direct participation of academic teachers or other persons conducting classes and students (enter the sum of ECTS points for courses / groups of courses marked with the BU¹ code) **46 ECTS points**

2.7. Total number of ECTS points, which student has to obtain from basic sciences classes

Number of ECTS points for obligatory subjects	14
Number of ECTS points for optional subjects	14
Total number of ECTS points	28

2.8. Total number of ECTS points, which student has to obtain from practical classes, including project and laboratory classes
(enter total number of ECTS points for courses/group of courses denoted with code P)

Number of ECTS points for obligatory subjects	23
Number of ECTS points for optional subjects	12
Total number of ECTS points	35

2.9. Minimum number of ECTS points, which student has to obtain doing education blocks offered as part of University-wide classes or other main field of study (enter number of ECTS points for courses/groups of courses denoted with code O)
5 ECTS points

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

2.10. Total number of ECTS points, which student may obtain doing optional blocks (min. 30% of total number of ECTS points)
28 ECTS points

3. Description of the process leading to learning outcomes acquisition:

The description of the process leading to learning outcomes acquisition is given in the attachment “Assumed learning outcomes”, while the details are included into the subject cards, which contain the description of the way of achieving and verifying every detailed result of learning.

4. List of education blocks:

4.1. List of obligatory blocks:

4.1.1 List of general education blocks

4.1.1.1 Liberal-managerial subjects block (min. ECTS points):NONE

4.1.1.2 Foreign languages block (min. 2 ECTS points):

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	Lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	JZL1007 09BK	Foreign Language 2		3				BDA2 _U10	45	60	2		1	T,Z	Z	O		P	KO
		Total		3					45	60	2		1						

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

4.1.1.3 Sporting classes block (0 ECTS points):NONE

4.1.1.4 Information technologies block (min. ECTS points): NONE

Altogether for general education blocks

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
	3				45	60	2		1

4.1.2 List of basic sciences blocks

4.1.2.1 Mathematics block

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Advanced Topics in Algebra (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)				PD
2		Practical Statistics for Data Science(GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11 BDA2_K02	60	100	4		2	T	E(w)			P(2)	PD

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Total	4	2	2				120	200	8		4						
-------	---	---	---	--	--	--	-----	-----	---	--	---	--	--	--	--	--	--

4.1.2.2 Physics block

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Elements of Nonlinear Dynamics (GK)	1		1			BDA2_W01 BDA2_W06 BDA2_W08 BDA2_W09 BDA2_U04	30	50	2	2	1	T,Z	Z(w)		DN	P(1)	PD
Total			1		1			30	50	2	2	1							

4.1.2.3 Chemistry block: NONE

4.1.2.4 Information processing block

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Databases and Information Management (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)			P(2)	PD
Total			2		2			60	100	4		2							

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Altogether for basic sciences blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
7	2	5			210	350	14	2	7

4.1.3 List of the main field of study blocks

4.1.3.1 Obligatory main field of study blocks

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Programming and Classification (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_W05 BDA2_W11 BDA2_U06	60	100	4	4	2	T,Z	Z(w)		DN	P(2)	K
2		Stream Programming (GK)	2		2			BDA2_W04 BDA2_W11 BDA2_W12 BDA2_U01 BDA2_U08	60	125	5		2	T,Z	Z(w)			P(2)	K
3		Complex Systems (GK)	2		2			BDA2_W02 BDA2_W06 BDA2_W07 BDA2_W08	60	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(3)	K

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

4		Big Data Algorithms (GK)	2	2	2			BDA2_U02 BDA2_W02 BDA2_W03 BDA2_W04 BDA2_W10 BDA2_U06	90	150	6	6	3	T	Z(w)		DN	P(4)	K
5		Diploma Seminar 1					1	BDA2_U01 BDA2_U03 BDA2_U07	15	25	1		1	T,Z	Z			P	K
6		Diploma Seminar 2					2	BDA2_U01, BDA2_U03 BDA2_U05 BDA2_U07	30	60	2		1	T	Z			P	K
7		Machine Learning – Applications (GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U09 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	E(w)		DN	P(2)	K
Total			10	5	7		3		375	660	26	18	14						

Altogether (for main field of study blocks):

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
10	5	7		3	375	660	26	18	14

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

4.2 List of optional blocks

4.2.1 List of general education blocks

4.2.1.1 Liberal-managerial subjects blocks (*min. 5 ECTS points*):

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	FLP1056 19BK	Humanities	1					BDA2_W13 BDA2_K01 BDA2_K04	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	EKP1055 76BK	Social Science	2					BDA2_W13 BDA2_U06 BDA_K03, BDA2_K04	30	90	3		1	T	Z				KO
Total			3						45	150	5		2						

4.2.1.2 Foreign languages block (*min. 1 ECTS points*):

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	JZL1007 09BK	Foreign Language 1		1				BDA2_U 10	15	30	1		1	T,Z	Z	O		P	KO

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Total		1				15	30	1		1							
-------	--	---	--	--	--	----	----	---	--	---	--	--	--	--	--	--	--

4.2.1.3 Sporting classes block (0. ECTS points): NONE

4.2.1.4 Information technologies block (min. ECTS points): NONE

Altogether for general education blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
3	1				60	180	6		3

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

4.2.2 List of basic sciences blocks

4.2.2.1 Mathematics block (min. 9 ECTS points):

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Elements of Probability Theory (GK) or Probability Theory (GK)	3	2				BDA2_W01 BDA2_U11	75	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(2)	PD
1		Elements of Differential Equations (GK) or Differential Equations: Physical Applications (GK)	2	1				BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_W08 BDA2_U11	45	100	4	4	2	T	E(w)		DN	P(1)	PD
		Total	5	3					120	225	9	9	5						

4.2.2.2 Physics block (min. 5 ECTS points):

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Statistical Physics for Complex Systems (GK) or Quantum Statistical Physics (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U02	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	PD
		Total	2		2				60	125	5	5	2						

4.2.2.3 Chemistry block (min. ECTS points):NONE

Altogether for basic sciences blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
7	3	2			180	350	14	14	7

4.2.3 List of main field of study blocks

4.2.3.1 Optional main field of study block (min. 8 ECTS points):

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours	Learning effect symbol	Number of hours	Number of ECTS points	Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses
-----	--	--	------------------------	------------------------------	--------------------	-----------------------	--	----------------------------------	-------------------------

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

	group of courses code	GK)						symbol	hours					courses					
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Machine Learning – Introduction (GK) or Monographic Lecture 1 (GK)	2	2			BDA2_W01 BDA2_U09	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	K	
2		Time Series Analysis (GK) or Numerical Methods in Physics (GK) or Quantum Optics (GK) or Stochastic Processes (GK)	2	2			BDA2_W01 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	Z(w)		DN	P(2)	K	
Total			4	4				120	200	8	8	4							

Altogether for the main field of study blocks:

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
4	4				120	200	8	4	4

4.2.4 List of specialization blocks: NONE

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

4.3 Training block - concerning principles of training crediting – attachment no. ... : NONE

4.4 „Diploma dissertation” block (if it is foreseen at first level studies)

Type of diploma dissertation	Licencjat / inżynier / magister / magister inżynier*	
Number of diploma dissertation semesters	Number of ECTS points	Code
1	20	
Character of diploma dissertation		
project, computer program, analysis of data		
Number of BU¹ ECTS points	10	
Number of DN⁵ ECTS points	20	

5. Ways of verifying assumed learning outcomes

Type of classes	Ways of verifying assumed learning outcomes
lecture	examination, test
class	Short tests, tests, final test

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

laboratory	activity, report from laboratory
project	discussion, project defence
seminar	participation in discussion, topic presentation
training	
diploma dissertation	prepared diploma dissertation

6. Range of diploma examination

The range and questions of the diploma examination is determined by the programme committee for the Big Data Analytics study and it is communicated to the students before the end of the second semester of the studies. At the diploma exam, the student draws three tasks from a prepared list of the examination tasks.

7. Requirements concerning deadlines for crediting courses/groups of courses for all courses in particular blocks: NONE

<i>No.</i>	<i>Course / group of courses code</i>	<i>Name of course / group of courses</i>	<i>Crediting by deadline of... (number of semester)</i>

8. Plan of studies (attachment no. 4)

Approved by faculty student government legislative body:

.....

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Date name and surname, signature of student representative

.....
Date Dean's signature

*delete as appropriate

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

PLAN OF STUDIES

FACULTY: Faculty of Fundamental Problems of Technology

MAIN FIELD OF STUDY: Big Data Analytics

EDUCATION LEVEL: second-level studies

FORM OF STUDIES: full-time studies

PROFILE: general academic

SPECIALIZATION:

LANGUAGE OF STUDY: english

In effect since 2021/2022

Plan of studies structure (optionally)

1) in ECTS point layout

(space for scheme of plan)

2) in hourly layout

(space for scheme of plan)

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

1. Set of obligatory and optional courses and groups of courses in semestral arrangement

Semester 1

Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 13

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Programming and Classification (GK)	2	1	1			BDA2_W0 BDA2_W0B A2_W11BD A2_U06	60	100	4	4	2	T,Z	Z(w)		DN	P(2)	K
2		Stream Programming (GK)	2		2			BDA2_W04 BDA2_W11 BDA2_W12 BDA2_U01B DA2_U08	60	125	5		2	T,Z	Z(w)			P(2)	K
3		Advanced Topics in Algebra (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)			P(2)	PD
Total			6	2	4				180	325	13	4	6						

Optional courses / groups of courses (minimum 210 hours in semester, 17 ECTS points)

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

1	JZL1007 09BK	Foreign Language 1		1				BDA2_U10	15	30	1		1	T,Z	Z	O		P	KO
2	FLP1056 19BK	Humanities	1					BDA2_W13 BDA2_K01 BDA2_K04	15	60	2		1	T	Z	O			KO
3		Elements of Probability Theory (GK) or Probability Theory (GK)	3	2				BDA2_W01 BDA2_U11	75	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(2)	PD
4		Elements of Differential Equations (GK) or Differential Equations: Physical Applications (GK)	2	1				BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_W08 BDA2_U11	45	100	4	4	2	T	E(w)		DN	P(1)	PD
5		Statistical Physics for Complex Systems (GK) or Quantum Statistical Physics (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U02	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	PD
Total			8	4	2				210	440	17	14	9						

Altogether in semester

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
14	6	6			390	765	30	18	15

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Semester 2

Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 22

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Complex Systems (GK)	2		2			BDA2_W02 BDA2_W06 BDA2_W07 BDA2_W08 BDA2_U02	60	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(3)	K
2		Big Data Algorithms (GK)	2	2	2			BDA2_W02 BDA2_W03 BDA2_W04 BDA_W10 BDA2_U06	90	150	6	6	3	T	Z(w)		DN	P(4)	K
3		Elements of Nonlinear Dynamics (GK)	1		1			BDA2_W01 BDA2_W06 BDA2_W08 BDA2_W09 BDA2_U04	30	50	2	2	1	T,Z	Z(w)		DN	P(1)	PD
4		Databases and Information Management (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)			P(2)	PD
5		Practical Statistics for Data Science (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11 BDA2_K02	60	100	4		2	T	E(w)			P(2)	PD
6		Diploma Seminar 1					1	BDA2_U01 BDA2_U03 BDA2_U07	15	25	1		1	T,Z	Z			P	K
Total			9	3	8		1		315	550	22	13	12						

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Optional courses / groups of courses (minimum 90 hours in semester, 8 ECTS points)

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1	EKP1055 76BK	Social Science	2					BDA2_W13 BDA2_U06 BDA_K03, BDA2_K04	30	90	3		1	T	Z				KO
2		Machine Learning – Introduction (GK) or Monographic Lecture 1(GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U09	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	K
Total			4	2					90	215	8	5	3						

Altogether in semester

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
13	5	8		1	405	765	30	18	15

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Semester 3

Obligatory courses / groups of courses

Number of ECTS points 27

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Diploma Seminar 2					2	BDA2_U01 BDA2_U03 BDA2_U07	30	60	2		1	T	Z			P	K
2	JZL1007 10BK	Foreign Language 2		3				BDA2_U10	45	60	2		1	T,Z	Z	O		P	KO
3		MSc Thesis						BDA2_U01 BDA2_U05 BDA2_U07		500	20	20	10	T	Z		DN	P	K
4		Machine Learning – Applications (GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U09 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	E(w)		DN	P(2)	K
Total			2	5			2		135	695	27	23	14						

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Optional courses / groups of courses (minimum 60 hours in semester, 3 ECTS points)

No.	Course/ group of courses code	Name of course/group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course/gr oup of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses			
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNP S	Total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			University -wide ⁴	Concerni ng scientific activities ⁵	Practical ⁶	Type ⁷
1		Time Series Analysis (GK) or Numerical Methods in Physics (GK) or Quantum Optics (GK) or Stochastic Processes (GK)	2	2				BDA2_W0 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	Z(w)		DN	P(2)	K
		Total	2	2					60	75	3	3	2						

Altogether in semester

Total number of hours					Total number of ZZU hours	Total number of CNPS hours	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points for DN classes ⁵	Number of ECTS points for BU classes ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
4	7			2	195	770	30	26	16

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

2. Set of examinations in semestral arrangement

Course / group of courses code	Names of courses / groups of courses ending with examination	Semester
	1. Elements of Probability Theory/Probability Theory 2. Elements of Differential Equations/Differential Equations: Physical Applications	1
	1. Practical Statistics for Data Science 2. Complex Systems	2
	1. Machine Learning – Applications	3

3. Numbers of allowable deficit of ECTS points after particular semesters

Semester	Allowable deficit of ECTS points after semester
1	10
2	8
3	-

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

Opinion of student government legislative body

.....
Date Name and surname, signature of student representative

.....
Date Dean's signature

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct participation of academic teachers and other persons conducting classes

²Traditional – enter T, remote – enter Z

³Exam – enter E, crediting – enter Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – enter O

⁵DN - number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline/disciplines to which the main field of study is assigned

⁶Practical course / group of courses – enter P. For the group of courses – in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education courses, PD – basic sciences courses, K – main field of study courses, S – specialization courses

FACULTY PPT / DEPARTMENT.....					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish Zaawansowane Zagadnienia Algebry					
Name of subject in English Advanced Topics in Algebra					
Main field of study (if applicable): Big Data Analysis					
Specialization (if applicable):					
Profile: academic / practical *					
Level and form of studies: 2nd level, full-time					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide *					
Subject code					
Group of courses YES / NO *					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50	25	25		
Form of crediting	Examination/ crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2	1	1		
including number of ECTS points for practical classes (P)		1	1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)		1	1		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of programming and basic concepts of linear algebra

SUBJECT OBJECTIVES

1. C1 Basic knowledge of programming and basic concepts of linear algebra

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 – possesses deeper knowledge of linear algebra.

PEU_W02 - knows linear algebraic data analysis algorithms.

relating to skills:

PEU_U01 - can analyse big sets of data using linear algebra tools.

PEU_U02 – can study more advanced study literature based on linear algebra.

PEU_U03 – can use computer tools for solving linear algebra and data analysis problems.

relating to social competences:

PEU_K01 - can find regularities in large collections of data

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Linear operators and matrices	2
Lec 2	Eigendecomposition of matrix. Characteristic polynomial, eigenvalue, eigenvector, eigendecomposition - 1.	2
Lec 3	Eigendecomposition of matrix. Characteristic polynomial, eigenvalue, eigenvector, eigendecomposition - 2.	2
Lec 4	Jordan blocks decomposition – 1.	2
Lec 5	Jordan blocks decomposition – 2.	2
Lec 6	Jordan blocks decomposition – 3.	2
Lec 7	Multilinear map. Bilinear form, matrix of bilinear form, dot product, orthogonal set, projections – 1.	2
Lec 8	Multilinear map. Bilinear form, matrix of bilinear form, dot product, orthogonal set, projections – 2.	2
Lec 9	Hermitian matrix - 1.	2
Lec 10	Hermitian matrix - 2.	2
Lec 11	Spectral theorem.	2
Lec 12	Covariance	2
Lec 13	Principal component analysis (PCA) -1	2
Lec 14	Principal component analysis (PCA) -2	2
Lec 15	Singular value decomposition (SVD)	2
	Total hours	30
Classes		Number of hours
Cl 1	Linear algebra	7
Cl 2	Covariance	2
Cl 3	PCA data analysis	4
Cl 4	SVD	2
..	Total hours	15
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Matrix operations	7
Lab 2	Programming PCA and SVD	8
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and/or computer presentations.

N2. Solving exercises with students.

N3. Programming tasks.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01, PEU_W02	test
F2	PEU_U03	Solutions of programming tasks
P=(F1+F2)/2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Gilbert Strang, Linear Algebra and Its Applications, Cengage Learning, 2005
- [2] S.J. Leon. Linear Algebra with Applications. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- [3] S. Ghahramani. Fundamentals of Probability. Pearson Prentice Hall, 2005.

SECONDARY LITERATURE:

[1] A. Mostowski, M. Stark, Algebra liniowa, PWN, Warszawa 1977 (optional, for Polish speaking students).

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)Michał Morayne, michal.morayne@pwr.edu.pl

FACULTY PPT / DEPARTMENT.....

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Algorytmy Big Data**Name of subject in English** Big Data Algorithms**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** academic**Level and form of studies:** 2nd level, full-time**Kind of subject:** obligatory**Subject code****Group of courses YES /**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30	30	0	0
Number of hours of total student workload (CNPS)	50	50	50	0	0
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2	2	2	0	0
including number of ECTS points for practical classes (P)	0	2	2	0	0
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1	1	0	0

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of mathematical analysis, linear algebra and programming

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Understanding MapReduce concept

C2 Understanding basic tools of Big Data

C3 Understanding fundamentals of Spark programming

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – knows the MapReduce paradigm

PEK_W02 – knows the notion of Page Rank

PEK_W03 – knows the basic models of random graph and social networks

PEK_W04 – knows algorithms for finding frequent items

relating to skills:

PEK_U01 – can apply MapReduce paradigm

PEK_U02 – can use chosen basic tools for Big Data Analysis

PEK_U03 – can use algorithms for finding frequent items

relating to social competences:

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
L 1	Basic problems of Big Data	4
L 2	MapReduce model	5
L 3	Link Analysis and Google Page Rank	4
L 4	Advanced recommendation systems	5
L 5	Frequent items	2
L 6	Mining social network graphs	6
L 7	Programming with Spark	4
		30
Classes		Number of hours
C 1	Computational complexity	3
C 2	MapReduce model	6
C 3	Random graphs and network models	5
C 4	Tools for recommendation systems	6
C 5	Tools for finding frequent items	6
C 6	Social networks mining	4
		30

Laboratory		Number of hours
Lab 1	Word – count problem	4
Lab 2	MapReduce with Scala	8
Lab 3	Spark – basic applications	6
Lab 4	Spark – big data transformations	12
		30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01-W04	Exam
F2	PEK_W01-W04	Solutions of exercises
F3	PEK_U01-U02	Solutions of programming tasks
P = (F1 + F2 + F3)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] J. Leskovec, A. Rajaraman, J. D. Ullman, *Mining of Massive Datasets*, 3rd edition, online, 2016
- [2] Tyler Akidau, Slava Chernyak, Reuven Lax, *Streaming Systems. The What, Where, When, and How of Large-Scale Data Processing*, O'Reilly Media, July 2018

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Martin Odersky, *Programming in Scala*, Artima Press, 2016
- [2] Misra, J., Gries, David, *Finding repeated elements*, *Science of Computer Programming*. 2 (2): 143–152.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

FACULTY W11 / DEPARTMENT K64W11D11

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Układy Złożone**Name of subject in English** Complex Systems**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** academic / ~~practical~~***Level and form of studies:** ~~1st/ 2nd level, uniform magister studies*~~, full-time / ~~part-time~~***Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~***Subject code****Group of courses** YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	75		50		
Form of crediting	Examination/ crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)	1		2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Skills in computer programming and Monte Carlo simulations
2. Knowledge and skills in statistical physics
3. Knowledge and skills in probability theory

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Becoming familiar with the concept of complex systems and relations between different approaches used for complex systems

C2 Acquiring knowledge and skills that allow to design, develop, verify and validate models of complex systems

C3 Acquiring skills to work in the team on the interdisciplinary projects and to present the results of the work to the broad interdisciplinary audience.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – acquiring knowledge related to concept of complex systems and relations between different approaches used for complex systems

PEK_W02 – acquiring knowledge necessary to design, develop, verify and validate models of complex systems

relating to skills:

PEU_U01 – acquiring skills necessary to design, develop, verify and validate models of complex systems

PEU_U02 – acquiring skills to work in the team on the interdisciplinary projects and to present the results of the work to the broad interdisciplinary audience

relating to social competences:

PEK_K01 – developing skills to critically analyze information related to complex systems from different sources

PEK_K02 - developing skills to analyze the degree of complexity of the examined issue, to divide the task into stages and to implement a project

PEK_K03 - developing skills in social interactions: team work, communication with the society and knowledge transfer

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction: What Is a Complex System? Real-life empirical examples and models.	2
Lec 2	Power-laws in complex systems: Zipf analysis of data in literature, music, urban planning, economy, etc., self-organized criticality.	2
Lec 3	Cellular automata: Wolfram's one-dimensional system and universality classes, toy models (e.g. Game of life, Langton's ant) and real-life applications (e.g. modeling traffic jams, etc.).	4
Lec 4	Percolation as a simple model of complexity and criticality – Monte Carlo simulations and analytical methods (exact solution on the Bethe lattice, the mean-field and the renormalization group approaches).	4
Lec 5	Introduction to complex networks – empirical data, basic measures and theoretical models.	4
Lec 6	Spreading phenomena on networks – from virus to opinion.	4
Lec 7	Agent-based vs analytical model. Advantages and disadvantages of both approaches.	4
Lec 8	Tips for building and analyzing model, including a role of: averaging (time	2

	vs. ensemble average), initial conditions (ordered vs disordered), updating schemes (synchronous vs. sequential) and the type of approach (quenched vs. annealed).	
Lec 9	Agent-based modeling in biology, social science and economy- theory and applications.	4
	Total hours	
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Implementation and visualization of a chosen agent-based model such as the Schelling model of spatial segregation in cities, Reynolds boids, etc.	4
Lab 2	Zipf analysis of selected texts	2
Lab 3	Implementation of the selected cellular automata such as the Wolfram's one dimensional system, Game of Life, Langton Ant, etc.	4
Lab 4	Monte Carlo simulations of the percolation model – clusters, paths and criticality	4
Lab 5	Acquiring empirical data from the internet and representing them in a form of a network	2
Lab 6	Calculating basic properties of complex networks, including: degree distribution, average degree, shortest path, average path length, clustering coefficients, degree correlations, robustness	4
Lab 7	Implementing basic contact processes on graphs	4
Lab 8	Designing, developing, verifying and validating models – the team project	6
	Total hours	30
TEACHING TOOLS USED		
<p>N1. lecture with multimedia presentation</p> <p>N2. team project</p> <p>N3. discussions, student's presentations</p> <p>N4. written reports</p> <p>N5. computer laboratory – programming in C++, Python, Julia or other programming language</p> <p>N6. digital resources</p> <p>N7. consultations</p>		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEU_U0, PEU_U02, PEK_K01- PEK_K03	discussions, progress check in computer lab
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEU_U0, PEU_U02, PEK_K01- PEK_K03	final presentation and written report related to the team project
$P=(F1+F2)/2$		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] J. Ladyman, K. Wiesner, What Is a Complex System?, Yale University Press (2020)</p> <p>[2] S. Thurner, R. Hanel, and P. Klimek, Introduction to the Theory of Complex Systems, Oxford University Press (2018)</p> <p>[3] A. L. Barabási, Network Science, Cambridge University Press (2016)</p> <p>[4] M. Newman, Networks: An Introduction, Oxford University Press (2010)</p> <p>[5] J. H. Miller, S. E. Page, Complex Adaptive Systems, Princeton University Press (2007)</p>		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc. (2006)</p> <p>[2] N. R. Moloney, K. Christensen, Complexity and Criticality, Imperial College Press (2005)</p> <p>[3] I. Białynicki-Birula, I. Białynicka-Birula, Modeling Reality, Oxford University Press (2004)</p> <p>[4] Stephen Wolfram, A New Kind of Science, Wolfram Media (2002)</p> <p>[5] P. Bak, How Nature Works, Springer (1996)</p> <p>[6] Original articles</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Prof. dr hab. Katarzyna Weron (katarzyna.weron@pwr.edu.pl)		

FACULTY WPPT / DEPARTMENT.....

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish ...Bazy danych i zarządzanie informacją.....****Name of subject in EnglishDatabases and information management****Main field of study (if applicable):Big Data Analytics.....****Specialization (if applicable):****Profile: academic / ~~practical~~*****Level and form of studies: 1st/ 2nd level, ~~uniform magister studies~~*, full-time / ~~part-time~~*****Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~*****Subject code****Group of courses YES / ~~NO~~***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	40		60		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowing the basics of at least one programming language
2. Knowing the basics of Set Theory and set operations

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Showing the value of information and gains of a proper information processing
 C2 Showing the practical side of the storing data, data processing and analysis
 C3 Pointing out the main differences between relational and non-relational databases

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01: Knows the syntax of selected SQL and NoSQL dialect

relating to skills:

PEK_U01: Is able to design and implement a database system

relating to social competences:
 PEK_K01: Is aware of the importance of data, its processing and preserving its privacy

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to the methods of information processing, the value of information, recall of set theory basics	2
Lec 2	Introduction to SQL and relational data bases	4
Lec 3	Triggers, functions, procedures, creation of databases and database users	2
Lec 4	Designing database systems	2
Lec 5	Security and privacy of the information	2
Lec 6	Functional dependencies and database normalization	4
Lec 7	Database optimization	2
Lec 8	Introduction to non-relational databases	2
Lec 9	Distributed databases	2
Lec 10	Document-oriented databases	4
Lec 11	Graph databases	2
Lec 12	One- and multi-dimensional key-value store databases	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Extracting and processing the information using procedural languages	2
Lab 2	Basics of SQL	4
Lab 3	Advanced SQL queries	4
Lab 4	Designing database systems	2
Lab 5	Protecting the integrity and security of the database	4
Lab 6	Database normalization	2
Lab 7	Basics of non-relational databases	2
Lab 8	Document oriented databases	2
Lab 9	Graph databases	2
Lab 10	Designing and implementing database system for large number of users	6

Total hours	30
-------------	----

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture
N2. Individual problem solving
N3. Group projects
N4. Conversation, posing practical problems by the students and joined solving

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1		Short quizzes
F2		Laboratory individual assignments
F3		Group project
P=30%F1+30%F2+40%F3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] J.D. Ullman, J. Widom A First Course in Database Systems.
- [2] J.D. Ullman, Principles of Database Systems.
- [3] G. Harrison, Next Generation Databases: NoSQL and Big Data.
- [4] E. Redmont, Seven Databases in Seven Weeks: A Guide to Modern Databases and the NoSQL Movement
- [5] A. Petrov, Database Internals: A deep-dive into how distributed data systems work
- [6] M.J. Hernandez Database Design For Mere Mortals A Hand-on Guide to Relational

SECONDARY LITERATURE:

- [1] H. Garcia-Molina, J.D. Ullman, J. Widom, Database Systems The Complete Book
- [2] D. Sullivan, NoSQL for Mere Mortals.
- [3] T. Hills, NoSQL and SQL Data Modeling: Bringing Together Data, Semantics, and Software.
- [4] S Chellappan, D. Ganesan, MongoDB Security.
- [5] C. Dwork, A. Roth, The Algorithmic Foundations of Differential Privacy.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Piotr Syga

FACULTY ...W11... / DEPARTMENT....-....

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish ... Równania różniczkowe: zastosowania fizyczne****Name of subject in English ... Differential Equations: Physical Applications****Main field of study (if applicable): ... Big Data Analytics****Specialization (if applicable):****Profile: academic / ~~practical~~*****Level and form of studies: 1st/ 2nd level, ~~uniform magister studies~~*, full-time / ~~part-time~~*****Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*****Subject code****Group of courses YES / ~~NO~~***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	40			
Form of crediting	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3	1			
including number of ECTS points for practical classes (P)	0	1			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Knowledge of mathematical analysis and general physics on the level of first-degree studies in technical sciences

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Extending knowledge on the methods of solving ordinary differential equations (ODEs) and partial differential equations (PDEs) of basic types

C2 Become familiar with elementary concepts in analyzing stability of dynamical systems

C3 Gaining basic knowledge on the oscillatory and wave solutions of the generic types of nonlinear differential equations and on their applications to complex systems

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 – becoming aware of methods of modeling and analysis of complex dynamical systems

PEU_W02 – becoming aware of methods of reducing phase-space dimensionality

PEU_W03 – becoming aware of specific applications of the differential equations to modeling and studying complex systems

PEU_W04 – taking knowledge on the economic-growth modeling

relating to skills:

PEU_U01 – developing skills in terms of modeling dynamical systems including the application and modification of existing models

PEU_U02 – developing skills in refereeing results of own student calculations

relating to social competences:

PEU_K01 – developing skills in terms of the assessment of the degree of complexity of dynamical problems

PROGRAMME CONTENT

	Lecture	Number of hours
Lec. 1	Basic types of ODEs: an overview (separable in variables, exact, homogeneous, linear, and Bernoulli ODEs). Green functions and Laplace transforms.	4
Lec. 2	Systems of linear ODEs with constant coefficients; fundamental matrices, applications	2
Lec. 3	Lyapunov-stability of the systems of the first-order ODEs. Critical points of the autonomous systems	2
Lec. 4	Second-order ODEs reducible to systems of first-order ODEs, elements of the variational calculus and reduction of the Lagrange equations to the Hamilton equations. Phase-portrait analysis	4
Lec. 5	Nonlinear-oscillations example: Duffing oscillator (stability points and bifurcations, oscillator without driving – exact solution, case of weak periodic driving – perturbative solution, nonlinear resonance, phase portraits, transition to chaos)	2
Lec. 6	Lotka-Volterra competitive models (Bernoulli equation as a prototype model of population dynamics, two-species predator-prey model and its analytical trajectories, exact periodic solutions in terms of elliptic functions, stability points, applications to kinetics of chemical processes and epidemy modeling, May extension of the predator-prey model)	3
Lec. 7	Solow's differential model of the macroeconomic growth	2
Lec. 8	Basic types of linear PDEs in 1D, 2D and basic specific solutions: an overview (wave equation, Fick's laws and diffusion equation, Schrodinger equation, Poisson equation). Methods of variable separation, potentials, and Green functions. Euler-Lotka model of the population dynamics.	4

Lec. 9	A solitary-wave equation; nonlinear Schrodinger equation (conservation laws, soliton solutions via “direct” Hirota method, bright-soliton collisions; solution-asymptotics analysis, application; optical fibers, defocusing nonlinear Schrodinger equation and dark solitons)	4
Lec. 10	Stationary and time-dependent Ginzburg-Landau equation (the genesis; phase transitions of the first kind, phase stability and bifurcations, domain-wall solutions, field-driven domain-wall motion, propagating-phase-front solutions)	3
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl. 1	Solving simple differential problems	3
Cl. 2	Solving systems of linear ODEs	2
Cl. 3	Investigating stability and finding first integrals of systems of ODEs	2
Cl. 4	Solving second-order ODEs and/or analyzing the solution stability.	3
Cl. 5	Solving linear PDEs using the potential and Green-function methods	3
Cl. 6	Test	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture using board and/or computer presentations
N2. Solving exercises with students
N3. Consultations

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01-W04	examination
F2	PEK_U01,U02 PEK_K01	crediting with grade
P=0.25 F1+0.75 F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] WA Adkins, MG Davidson, Ordinary Differential Equations, Springer 2012
[2] N Hritonenko, Y Yatsenko, Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment, Springer 2013
[3] DG Duffy, Green Functions with Applications, CRC Press 2016

SECONDARY LITERATURE:

- [1] JR Taylor, Classical Mechanics, Univ. Science Books 2005
[2] JMT Thompson, HB Steward, Nonlinear dynamics and chaos, Willey 2002
[3] R Hirota, Bilinearization of soliton equations, Journal of the Physical Society of Japan 51 (1982) 323

- [4] J Lajzerowicz, JJ Niez, Phase transition in a domain wall, J. Physique Lett. 40 (1979) 165
- [5] K Nozaki, N Bekki, Exact solutions of the generalized Ginzburg-Landau equation, Journal of the Physical Society of Japan 53 (1984) 1581

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr hab. inż. Andrzej Janutka, andrzej.janutka@pwr.edu.pl

FACULTY W11 / DEPARTMENT K64W11D11

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Seminarium dyplomowe 2**Name of subject in English** Diploma Seminar 2**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** ~~academic~~ / ~~practical~~***Level and form of studies:** ~~1st/ 2nd level, uniform magister studies*~~, full-time / ~~part-time~~***Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~***Subject code****Group of courses** YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical classes (P)					2
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)					1

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES**SPOŁECZNYCH**

1. Basic skills in oral presentation of the scientific results.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Developing skills in oral presentation of the scientific results and in the scientific discussion

C2 Gaining a broad general knowledge in current subjects related to Big Data

C3 Preparation to the diploma exam

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – Gaining a broad general knowledge in current subjects related to Big Data

relating to skills:
 PEU_U01 – Developing skills in oral presentation of the scientific results and in the scientific discussion

relating to social competences:
 PEU_K01 – Developing skills to critically analyze information related to the Big Data from different sources

PROGRAMME CONTENT

Seminae		Number of hours
sem1	Introduction: Rules and Tips for the master presentation	2
sem 2-15	Students' presentations on subjects related to their master's theses.	28
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED

N1. Oral, enriched with a visual, presentation

N2. discussions

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01 PEK_K01	crediting with grade the presentation
F2	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01	crediting with grade the activity during the scientific discussions

$$P=(F1+F2)/2$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Original articles
- [2] Jean-Philippe Dionne, Presentation Skills for Scientists and Engineers, Springer Nature Switzerland (2021)

- [3] M. Carter, Designing Science Presentations: A Visual Guide to Figures, Papers, Slides, Posters, and More, Academic Press (2021)
- [4] E. Zanders, L. MacLeod, Presentation Skills for Scientists. A Practical Guide. Second Edition, Cambridge University Press (2018)
- [5] M. Alley, The Craft of Scientific Presentations: Critical Steps to Succeed and Critical Errors to Avoid, Springer-Verlag New York (2013)

SECONDARY LITERATURE:

- [1] C. Gallo, Talk Like TED, Palgrave MacMillan (2014)
- [2] S. Berkun, Confessions of a Public Speaker, O'Reilly Media (2009)
- [3] N. Duarte, Slide:ology, The Art And Science Of Creating Great Presentations, O'Reilly Media (2008)
- [4] G. Reynolds, Presentation Zen: Simple Ideas on Presentation Design and Delivery, New Riders (2008)

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. Katarzyna Weron (katarzyna.weron@pwr.edu.pl)

FACULTY PPT / DEPARTMENT					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish Seminarium dyplomowe 1					
Name of subject in English Diploma Seminar 1					
Main field of study (if applicable): Big Data Analytics					
Specialization (if applicable):					
Profile: academic					
Level and form of studies: 2nd level, full-time					
Kind of subject: obligatory					
Subject code					
Group of courses NO					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					15
Number of hours of total student workload (CNPS)					25
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					1
including number of ECTS points for practical classes (P)					1
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)					1

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Basic skills in English language.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Developing basic skills in oral presentation of the scientific results

C2 Developing basic skills in the scientific discussion

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – Gaining a broad general knowledge concerning conference presentations

relating to skills:

PEU_U01 – Developing basic skills in oral presentation of the scientific results and in the scientific discussion

FACULTY PPT / DEPARTMENT.....

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Elementy Rachunku Prawdopodobieństwa**Name of subject in English** Elements of Probability Theory**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** academic**Level and form of studies:** 2nd level, full-time**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~***Subject code****Group of courses** YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	45	30	0	0	0
Number of hours of total student workload (CNPS)	80	45	0	0	0
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3	2	0	0	0
including number of ECTS points for practical classes (P)	0	2	0	0	0
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	1	0	0	0

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of mathematical analysis

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Understanding the concept of probabilistic space and random variables

C2 Understanding the fundamentals of Bayesian reasoning

C3 Understanding the concept of Markov chains and probabilistic counters

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – knows the notion of independence

PEK_W02 – knows the notion of Bayesian network

PEK_W03 – knows the notion of entropy

PEK_W04 – knows the concept of Markov chain

PEK_W05 – knows the notion of probabilistic counter

relating to skills:

PEK_U01 – can build a simple Bayesian network

PEK_U02 – can model and investigate Markov

relating to social competences:

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
L 1	Notion of probabilistic space	4
L 2	Events, independence, Bayes' rules	6
L 3	Random variables, expectation, variance, higher moments	6
L 4	Bayes theorem and Bayesian networks [4h]	5
L 5	Basic probabilistic counters	5
L 6	HyperLogLog and other counters used in Big Data	4
L 7	Entropy of discrete random variable	2
L 8	Basic continuous distribution and basic limit theorems	5
L 9	Markov chains	6
L 10	Hidden Markov chains	2
	Total hours	45
Classes		Number of hours
C 1	Elementary discrete probabilistic spaces	6
C 2	Independence, Bayes' rule	4
C 3	Random variables and moments	4
C 4	Bayesian networks	4
C 5	Markov chains	6
C 6	Sums of random variables	6
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01-W05	Exam
F2	PEK_U01-U02	Solutions of exercises
P = (F1 + F2)/2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**PRIMARY LITERATURE:**

[1] David F. Anderson, Timo Seppäläinen, Benedek Valkó, Introduction to Probability, Cambridge University Press, 2017

[2] Sheldon Ross, A First Course in Probability, Pearson Education, 2019

SECONDARY LITERATURE:

[1] Billingsley, P. (1995), Probability and measure, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley & Sons Inc., New York, third edition

[1] Timo Koski, John Noble, Bayesian Networks: An Introduction, Wiley, 2009, Wiley Series in Probability and Statistics

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

FACULTY PPT / DEPARTMENT					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish Elementy teorii równań różniczkowych					
Name of subject in English Elements of Differential Equations					
Main field of study (if applicable): Big Data Analytics					
Specialization (if applicable):					
Profile: academic					
Level and form of studies: 2nd level, full-time					
Kind of subject: optional					
Subject code					
Group of courses YES					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	40			
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3	1			
including number of ECTS points for practical classes (P)		1			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Mathematical analysis (I level studies)

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Becoming familiar with basic methods of solving chosen ordinary and partial differential equations

C2 Practical mastering basic methods of solving chosen ordinary and partial differential equations

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 - is familiar with chosen analytical methods of solving first and second order ordinary differential equations

PEU_W02 - is familiar with chosen analytical methods of solving partial differential

equations (first order and mathematical physics)

relating to skills:

PEU_U01 – can solve typical first and second-order ordinary differential equations

PEU_U02 – can use the method of separation of variables for solving partial differential equations

relating to social competences:

PEU_K01 - understands the need for improving one's skills all the time; understands the need for learning by one's own as well as in the group

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Ordinary differential equations (ODE): examples and basic notions	1
Lec 2	I order ODEs: separable-variable, homogeneous, linear	2
Lec 3	I order ODEs: Bernouli, exact and inexact (integrating factor)	2
Lec 4	II order ODEs: examples and basic notions	1
Lec 5	II order ODEs: linear with constant coefficients, inhomogeneous (method of variation of constants, method of undetermined coefficients)	4
Lec 6	Systems of I order linear ODEs: homogeneous, with constant coefficients	2
Lec 7	Systems of inhomogeneous I order ODEs: method of variation of constants	2
Lec 8	Stability of fixed points for autonomous systems	2
Lec 9	Laplace transform method	2
Lec 10	Solving ODE using symbolic algebra systems (<i>Maple, Mathematica</i>)	2
Lec 11	Partial differential equations (PDE): examples and basic notions	1
Lec 12	I order PDE: method of characteristics	2
Lec 13	Diffusion-type problems: separation of variables, Fourier transform method	3
Lec 14	Hyperbolic-type problems: one-dimensional wave equation, d'Alembert solution, separation of variables	2
Lec 15	Elliptic-type problems: separation of variables	2
	Total hours	30
Classes		Number of hours
Cl 1	Solving I order ODEs	2
Cl 2	Solving II order ODEs	2
Cl 3	Solving systems of I order linear ODEs	2
Cl 4	Solving ODEs using symbolic algebra systems (<i>Maple, Mathematica</i>)	2

CI 5	Solving I order PDEs	2
CI 6	II order PDEs: separation of variables	4
CI 7	Final test	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

N3. Consultations

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01, PEU_U02	oral tests, discussions, progress check (classes - solving problems)
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	exam

P= (F1+2 F2)/3

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] W.A. Adkins, M.G. Davidson, *Ordinary Differential Equations*, Springer 2012
- [2] N. Hritonenko, Y. Yatsenko, *Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment*, Springer 2013
- [3] K.F. Riley, M.P. Hobson, S.J. Bence, *Mathematical Methods for Physics and Engineering*, Cambridge, 2006
- [4] S.F. Farlow, *Partial Differential Equations for Scientists and Engineers* (Wiley, 1982)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Gewert, Z. Skoczylas, *Równania różniczkowe zwyczajne*, GiS, Wrocław 2016 (in polish)
- [2] F. Leja, *Rachunek różniczkowy i całkowy (ze wstępem do równań różniczkowych)*, PWN, Warszawa, 2021 (in polish)
- [3] N.M Matwiejew, *Metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych*, PWN, 1972 (in polish)

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

prof. dr hab. Antoni C. Mituś

antoni.mitus@pwr.edu.pl

FACULTY W11 / DEPARTMENT.....

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Kwantowa Fizyka Statystyczna**Name of subject in English:** Quantum Statistical Physics**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** academic / ~~practical*~~**Level and form of studies:** 1st/2nd level, ~~uniform magister studies*~~, full-time / ~~part-time*~~**Kind of subject:** ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide*~~**Subject code:****Group of courses YES /-NO***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		75		
Form of crediting	Examination /-crediting with grade*	Examination /-crediting with grade*	Examination /-crediting with grade*	Examination /-crediting with grade*	Examination /-crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)			3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Quantum Mechanics
2. Basic statistical physics

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Student learns basic concepts concerning equilibrium properties of quantum many-body systems, including main tight-binding models
- C2. Student learns the basic numerical methods used for quantum many-body systems.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01: Student knows the basic concepts of the equilibrium statistical physics

PEU_W02: Student knows the basic microscopic models used in modern statistical physics and solid state physics

relating to skills:

PEU_U01: Student is able to carry out simple analytical calculations concerning quantum many-body systems

PEU_U02: Student is able to carry out basic numerical calculations concerning quantum many-body systems under equilibrium

relating to social competences

PEU_K01: Student is able to critically evaluate her/his knowledge and skills of solving original scientific problems

PEU_K02: Student understands the importance of following recent scientific literature

--

PROGRAMME CONTENT		
Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction: Ergodicity of classical systems, Liouville's theorem, Gibbs ensembles for classical and quantum systems.	4
Lec 2	Eigenstate Thermalization Hypothesis	2
Lec 3	Fock space, creation and annihilation operators	4
Lec 4	Fermi-Dirac and Bose-Einstein distribution functions derived from commutation relations for creation and annihilation operators	2
Lec 5	Spin operators and their representation in terms of fermion creation and annihilation operators, Holstein-Primakoff transformation,	4
Lec 6	Selected tight-binding models (Ising, Heisenberg, Hubbard)	2
Lec 7	Spontaneous symmetry breaking within mean-field approaches	2
Lec 8	Magnons in the Heisenberg model, a general concept of quasiparticles	2
Lec 9	Linear response theory and retarded thermodynamic Green's functions	2
Lec 10	Basic properties of thermodynamic Green's functions – spectral function, local density of states	2
Lec 11	Superconductivity and Superfluidity	4
....		
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Building Hamiltonian matrix of the Heisenberg chain	6
Lab 2	Building Hamiltonian matrix of the Hubbard chain	6
Lab 3	Exact diagonalization of the (perturbed) Heisenberg chain and the level statistics	6

Lab 4	Lanczos algorithm	6
Lab 5	Calculating selected susceptibilities for the Heisenberg and Hubbard models	6
...		
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Blackboard lecture
N2. Computer lab

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	crediting with grade
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	crediting with grade

$$P=(F1+F2)/2$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Kerson Huang, *Introduction to Statistical Physics*
- [2] L. Lanadu, E. Lifshitz, *Statistical Physics (part 1 & 2)*
- [3] G.D. Mahan, *Many-Particle Physics*

SECONDARY LITERATURE:

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Marcin Mierzejewski, marcin.mierzejewski@pwr.edu.pl

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF THEORETICAL PHYSICS

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish ... Nauczanie maszynowe – Wprowadzenie

Name of subject in English ... Machine Learning – Introduction

Main field of study (if applicable): ... Big Data Analytics

Specialization (if applicable):

Profile: ~~academic~~ / ~~practical~~*

Level and form of studies: ~~1st/ 2nd level, uniform magister studies*~~, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	95			
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2	3			
including number of ECTS points for practical classes (P)		3			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Calculus
2. Linear algebra, mathematical analysis: vectors and matrices, derivatives, integrals
3. Probability and statistics
4. Programming skills in Python

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Develop an appreciation for what is involved in learning models from data
 C2 Understand a wide variety of learning algorithms
 C3 Understand how to evaluate models generated from data
 C4 Apply the algorithms to real problems, optimize the models learned and report on the expected accuracy

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Understanding of the concept of learning in computer and science

PEU_W02 Understanding of the supervised, unsupervised, and reinforcement learning

PEU_W03 Understanding of the training, testing, and validation phases of learning algorithms

relating to skills:

PEU_U01 Design and evaluate machine learning algorithms

PEU_U02 Experiment with machine learning models for simulation and analysis

PEU_U03 Evaluate and interpret the outcome of learning on given problems and compare the outcome for different algorithms

relating to social competences:

PEU_K01 Understanding of the need to undertake lifelong learning

PEU_K02 The ability to work professionally as a member of multi-disciplinary teams

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to Machine Learning	2
Lec 2	Artificial neurons, classification and regression	8
Lec 3	Support Vector Machines	6
Lec 4	Kernelization	4
Lec 5	Ridge Regression	2
Lec 6	Clustering Methods	2
Lec 7	Dimensionality reduction	4
Lec 8	Deep Neural Networks	2
	Total hours	30
Classes		Number of hours
Cl 1	Computing environment for machine learning	2
Cl 2	Artificial neurons, classification and regression	6
Cl 3	Support Vector Machines	6
Cl 4	Kernelization	4
Cl 5	Ridge Regression	2
Cl 6	Clustering Methods	2
Cl 7	Dimensionality reduction	4
Cl 8	Deep Neural Networks	2

Cl 9	Final test	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Computer presentation, projector, screen, presenter
 N2. Jupyter computational environment
 N3. Editors and compilers

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Final test
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Graded assignments, projects, final test

$$P = (F1+F2)/2$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] T. Mitchell, “*Machine Learning*”, McGraw Hill (1997)
- [2] S. Rogers, M. Girolami, “*A first course in Machine Learning*”, CRC Press (2011)
- [3] Y. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail, H-T Lin, “*Learning from Data*”, AMLBook (2012)
- [4] Charu C. Aggarwal “*Neural Networks and Deep Learning. A Textbook*”, Springer (2018)
(<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-94463-0>)

SECONDARY LITERATURE:

- [1] I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, “*Deep Learning*”, MIT Press (2016)
(<https://www.deeplearningbook.org/>)
- [2] Aurélien Géron, “*Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*”, O'Reilly (2019)
- [3] François Chollet, “*Deep Learning with Python*”, Manning Publications (2017)

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Maciej Maška, maciej.maska@pwr.edu.pl

FACULTY of Fundamental Problems of Technology					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish Machine Learning – applications					
Name of subject in English Machine Learning – applications					
Main field of study (if applicable): Big Data Analytics					
Specialization (if applicable):					
Profile: academic / practical *					
Level and form of studies: 1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time*					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*					
Subject code					
Group of courses YES / NO *					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	45			
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	x				
Number of ECTS points	1	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of basic algebra and mathematical analysis (calculus).
2. Knowledge of basic mathematical statistics.
3. Knowledge of at least one modern programming language: Python, c++
4. familiarity with modern computer architecture: understanding of concepts such as RAM, CPU, GPU.
5. Willingness to gain knowledge in a strongly interdisciplinary (thus difficult to master) area of artificial intelligence.

SUBJECT OBJECTIVES

1. Familiarize the student with traditional machine learning techniques, supervised and unsupervised.
2. Introduce currently developed deep learning algorithms.
3. Indicate the enormous potential of applications of these methods in science and technology.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

Relating to knowledge:

- PEU_W01 Has a cross-sectional knowledge of contemporary machine learning techniques, especially deep learning.
- PEU_W02 Is able to well define a data analysis problem (e.g. regression/classification or clustering/segmentation) and to select an appropriate method/model.

Relating to skills:

- PEU_U01 Has basic knowledge of applied machine learning and deep learning libraries/frameworks.

Relating to social competences:

- PEU_K01 Is aware of the potential applications of machine learning techniques in science and technology.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Fundamentals of machine learning: definition, types of learning, bias and variance, application areas, and limitations.	2
Lec 2	Classifiers, traditional methods: SVM, decision trees, bagging and boosting techniques.	2
Lec 3	Dimensionality reduction and clustering.	2
Lec 4	Deep neural networks: backpropagation, activation functions, regularization.	2
Lec 5	Convolutional neural networks: definition, contemporary architectures, applications.	4
Lec 6	Fundamentals of image processing (classical methods), feature vectors.	2
Lec 7	Image recognition using deep networks, detection, segmentation, data augmentation.	2
Lec 8	Recurrent neural networks and their applications, attention mechanism. Natural language processing	4
Lec 9	Encoder-decoder and generative models. Reality gap and domain adaptation techniques.	3
Lec 10	Examples of advanced architectures: Siamese networks, graph networks.	2
Lec 11	Minipresentations	5
	Total hours	30
Classes		Number of hours
Cl 1	Popular databases in machine learning (ML). Software repositories. Frameworks: scikit, Pytorch. Building a simple classifier based on traditional methods.	6
Cl 2	Comparison of simple neural network architectures: perceptron, deep networks, convolutional networks.	6
Cl 3	Signal processing, feature vectors, construction of an ECG or EEG signal analyzer.	6
Cl 4	Familiarization with generative models. Model implementation for style transfer between images.	6

Cl 5	Selected applications of ML models: object detection, face recognition, speech recognition/analysis, or others.	6
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using multimedia tools

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01	colloquium
F2	PEU_W02	mini-presentation for the developed topic
F3	PEU_U01	reports for 3 selected projects
$P=(F1+F2+2*F3)/4$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Ian Goodfellow et al., Deep learning, Cambridge: MIT Press, Cambridge 2016.
- [2] Christopher M. Bishop, Pattern recognition and machine learning, Springer, 2006.
- [3] Charu C. Aggarwal, Neural networks and deep learning, Springer, 2018.
- [4] Michael Nielsen, Neural Networks and Deep Learning, available online only:
<http://neuralnetworksanddeeplearning.com>

SECONDARY LITERATURE:

- [1] https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html (online)
- [2] <https://stanford.edu/~shervine/teaching/> (online resource)

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Jarosław Pawłowski, jaroslaw.pawlowski@pwr.edu.pl

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY /DEPARTMENT OF THEORETICAL PHYSICS

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish Elementy dynamiki nieliniowej

Name of subject in English Elements of Nonlinear Dynamics

Main field of study (if applicable): Big Data Analytics

Specialization (if applicable):

Profile: academic

Level and form of studies: 2nd level, full-time

Kind of subject: obligatory

Subject code

Group of courses YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	25		25		
Form of crediting	Examination/ crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	1		1		
including number of ECTS points for practical classes (P)			1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)			1		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Knowledge of mathematical analysis and general physics on the level of first-degree studies in technical sciences

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Becoming familiar with basic concepts of nonlinear dynamics: flows, fixed points, linear stability analysis, phase portraits, limit cycles, bifurcations, chaos, strange attractors, Lyapunov exponent.
- C2. Becoming familiar with important equations leading to nonlinear behavior
- C3. Becoming familiar with modeling of nonlinear phenomena with Computer Algebra System *Maple*.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 - to acquire knowledge related to basic concepts of nonlinear dynamics

PEU_W02 - to acquire knowledge related to construction of models of nonlinear dynamics

PEU_W03 - become familiar with important models leading to nonlinear dynamical behavior

relating to skills:

PEU_U01 - developing basic skills to model nonlinear dynamics phenomena with *Maple*

PEU_U02 - developing skills to use existing *Maple* worksheets to analyze nonlinear effects in physical, chemical and biological systems

relating to social competences:

PEU_K01 - developing skills to critically analyze information related to nonlinear dynamics

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1-2	Nonlinear systems – an overview (models and diagnostics tools). Phase plane portraits: autonomous system of first-order ODE's, examples of fixed points	3
Lec 3	Phase plane analysis: Simple fixe points and their classification. Geometric interpretation. Higher order fixed points	4
Lec 4	Lorenz's model	3
Lec 5-6	The period-doubling route to chaos: Duffing's equation. One-dimensional maps and Liapunov exponent	2
Lec 7	Approximate analytic methods for nonlinear harmonic oscillators (Poisson's and Lindstedt's perturbation methods)	2
Lec 8	Final test	1
	Total hours	15
Laboratory		Number of hours
Lab 1	First steps with <i>Maple</i> : equations, plotting, elements of linear algebra, basic mathematical analysis, ordinary differential equations	3
Lab 2	Phase-plane portraits and analysis (stationary points, "famous phaseportraits)	3
Lab 3	Linear and nonlinear oscillators	3
Lab 4	Deterministic chaos and Poincare section	2
Lab 5	Logistic map	2
Lab 6	Reconstructing an attractor	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

N1. Traditional lecture – computer presentation

N2. Computer laboratory – PC computer with Computer Algebra System *Maple*

N3. Digital resources

N4. Consultations

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01-W03	oral tests, discussions, progress check in computer lab
F2	PEU_U01-U02, PEU_K01	crediting with grade (lecture), crediting with grade (computer lab)
P=(F1+F2)/2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] A.C. Mitus, Nonlinear Dynamics – Lecture Notes (teaching materials for BDA students).
- [2] A.C. Mitus, Nonlinear Dynamics - Computer Lab Projects (teaching materials for BDA students).
- [3] S.H. Strogatz, *Nonlinear Dynamics and Chaos*, Perseus Books, 1994.
- [4] R.H. Enns, G.C. McGuire, *Nonlinear Physics with Maple for Scientists and Engineers*, Birkhauser, 2000.
- [5] A.C. Mitus, R. Orlik, G. Pawlik, *Wstęp do pakietu algebry komputerowej Maple*, Polkowice, 2010 (in polish)

SECONDARY LITERATURE:

- [1] R.H. Enns, G.C. McGuire, *Computer Algebra Recipes. An Advanced Guide to Scientific Modeling*, Birkhauser, 2007.
- [2] R.H. Enns, *Computer Algebra Recipes for Mathematical Physics*, Birkhauser, 2005.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

prof. dr hab. Antoni C. Mitus antoni.mitus@pwr.edu.pl

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY/ DEPARTMENT OF THEORETICAL PHYSICS

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish ... Metody numeryczne w fizyce

Name of subject in English ... Numerical Methods in Physics

Main field of study (if applicable): ... Big Data Analytics

Specialization (if applicable):

Profile: academic / ~~practical~~*

Level and form of studies: 1st/ 2nd level, ~~uniform magister studies~~*, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	45			
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	1	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Calculus
2. Mathematical analysis: derivatives, integrals, differential equations
3. Linear algebra: vectors and matrices
4. Classical mechanics, in particular Newton's equations
5. Programming skills in arbitrary high-level language

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Understand the implications of digital number representation and digital arithmetic for computational science and engineering

C2 Develop and implement numerically stable and accurate algorithms for numerical differentiation and integration, finding roots of non-linear equations, solving ordinary and partial differential equations

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Understanding of the fundamental principles of digital computing, including

number representation and arithmetic operations

PEU_W02 Understanding of common numerical methods with application to integration, differentiation, differential equations and algebraic equations

PEU_W03 Understanding of accuracy, stability, convergence, and the propagation of errors through complex numerical algorithms

relating to skills:

PEU_U01 Capability to apply a range of numerical techniques to solve problems in areas of integration, differentiation, differential equations and algebraic equations

PEU_U02 Capability to write computer code to solve problems numerically

PEU_U03 Capability to choose appropriate algorithms to solve various computational problems from science and engineering and interpret the results

PEU_U04 Capability to perform numerical error and stability analyses

relating to social competences:

PEU_K01 Understanding of the need to undertake lifelong learning

PEU_K02 The ability to work professionally as a member of multi-disciplinary teams

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Numerical Differentiation and Integration	2
Lec 2	Ordinary Differential Equations (ODE) - Initial Value Problem	6
Lec 3	Nonlinear Equations and Systems of Nonlinear Equations	4
Lec 4	Ordinary Differential Equations – Boundary Value Problem	6
Lec 5	Partial Differential Equations (PDE)	6
Lec 6	Applications of ODE and PDE – Molecular Dynamics	4
Lec 7	Optimization	2
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl 1	Numerical Differentiation and Integration	2
Cl 2	Ordinary Differential Equations (ODE) - Initial Value Problem	6
Cl 3	Nonlinear Equations and Systems of Nonlinear Equations	4
Cl 4	Ordinary Differential Equations – Boundary Value Problem	6
Cl 5	Partial Differential Equations (PDE)	6
Cl 6	Applications of ODE and PDE – Molecular Dynamics	4
Cl 7	Optimization	2
	Total hours	30

--

TEACHING TOOLS USED

N1. Computer presentation, projector, screen, presenter
 N2. Jupyter computational environment
 N3. Editors and compilers

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Final test
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04	Graded assignments, projects, final test
$P = (F1+F2)/2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, *“Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing”*, Cambridge University Press (2007)
 [2] John H. Mathews, *“Numerical methods for mathematics, science and engineering”*, Prentice Hall (1994)
 [3] Curtis F. Gerald, Patrick O. Wheatley, *“Applied Numerical Analysis”*, Pearson (2003)
 [4] Anne Greenbaum, Tim P. Chartier, *“Numerical Methods: Design, Analysis, and Computer Implementation of Algorithms”*, Princeton University Press (2012)

SECONDARY LITERATURE:

- [1] E. Ward Cheney, David R. Kincaid, *“Numerical Mathematics and Computing”*, Cengage Learning (2012)
 [2] Dianne P. O’Leary, *“Scientific Computing with Case Studies”*, Society for Industrial and Applied Mathematics (2009)
 [3] Alex Gezerlis, *“Numerical Methods in Physics with Python”*, Cambridge University Press (2020)

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Maciej Mańska, maciej.maska@pwr.edu.pl

FACULTY PPT / DEPARTMENT.....

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Statystyka praktyczna w Big Data**Name of subject in English** Practical Statistics for Data Science**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** academic**Level and form of studies:** 2nd level, full-time**Kind of subject:** obligatory**Subject code****Group of courses** YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15	15	0	0
Number of hours of total student workload (CNPS)	40	30	30	0	0
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2	1	1	0	0
including number of ECTS points for practical classes (P)	0	1	1	0	0
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1	0	0	0

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of the fundamentals of probability theory and mathematical analysis
2. Knowledge of basic programming

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Understanding principles of statistics
- C2 Understanding fundamentals of statistical modelling
- C3 Understanding fundamentals of testing hypothesis

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – knows principles of statistics

PEK_W02 – knows the basic regression methods

PEK_W03 – knows the basic testing hypothesis methods

relating to skills:

PEK_U01 – can apply simple model to the data

PEK_U02 – can write a simple procedure using R language

PEK_U03 – can test typical statistical hypothesis

relating to social competences:

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
L 1	R environment	2
L 2	Basic concepts of practical statistics	2
L 3	Distributions and basic statistics	3
L 4	Relationship between variables	3
L 5	Estimation	6
L 6	Hypothesis testing	8
L 7	Regression	6
	Total hours	30
Classes		Number of hours
C 1	Fundamentals of probability theory	2
C 2	Basic statistics	2
C 3	Correlation	2
C 4	Estimation	2
C 5	Hypothesis testing	4
C 6	Regression	3
	Total hours	15
Laboratory		Number of hours
Lab 1	R environment	2
Lab 2	Basic statistics	3

Lab 3	Estimation	6
Lab 4	Hypothesis testing	6
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01-W03	Exam
F2	PEK_W01-W03	Solutions of exercises
F3	PEK_U01-U03	Solutions of programming tasks
P = (F1 + F2 + F3)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Sheldon M. Ross, *Introductory Statistics 3rd edition*, Academic Press, 2010
- [2] Allen B. Downey, *Think Stats 2nd Edition*, O'Reilly, 2014

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Andy Field et al., *Discovering Statistics using R*, Science of Computer Programming, Sage 2012
- [2] Peter C. Bruce and Andrew G. Bruce, *Statistics for Data Scientists 50 Essential Concepts*, O'Reilly, 2017

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

FACULTY PPT / DEPARTMENT.....

SUBJECT CARD**Name of subject in PolishRachunek Prawdopodobieństwa****Name of subject in English... Probability Theory****Main field of study (if applicable): Big Data Analysis****Specialization (if applicable):****Profile: academic / ~~practical~~*****Level and form of studies: 2nd level, full-time****Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*****Subject code****Group of courses YES / ~~NO~~***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	45	30	0	0	0
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	65			
Form of crediting	Examination	crediting with grade			
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Basic knowledge of mathematical analysis and basic concepts of probability.

Some familiarity with mathematical methods like proofs, basic operations on sets (unions, intersections, Cartesian products, etc).

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Providing students with knowledge of Probability Theory.

C2 Providing students with deeper theoretic tools related to Probability Theory enabling them to develop their knowledge in various directions.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 – knows fundamental facts in topology and measure theory

PEU_W02 – knows measure-theoretic probability theory

...
relating to skills:
PEU_U01 – can use probabilistic tools to solve real world problems
PEU_U02 – can read literature in probability theory and study stochastic processes

relating to social competences:
PEU_K01 – can work in teams sharing his knowledge

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Metric spaces – basic notions and facts. Product spaces.	3
Lec 2	Complete metric spaces, Compact metric spaces.	3
Lec 3	Cantor set.	2
Lec 4	Continuous mappings on metric spaces.	2
Lec 5	Sigma-algebras of sets. Monotone classes. Borel sets in metric spaces	3
Lec 6	Measurable spaces. Measurable functions.	3
Lec 7	Measure. Finitely additive measure. Measure space.	2
Lec 8	Outer measure. Caratheodory's construction of measure. Metric outer measure. Lebesgue measure.	3
Lec 9	Integral.	4
Lec 10	Almost everywhere convergence, convergence with respect to measure. Lebesgue convergence theorems.	2
Lec 11	Product measures, Fubini's theorem.	4
Lec 12	Probabilistic terminology. Independence. Conditional probability. Total law of probability.	3
Lec 13	Random variable. Expected value. Variance. Distribution function. Density function. Laws of probability.	4
Lec 14	Characteristic functions	4
Lec 15	Central Limit Theorem, Strong Law of Large Numbers.	5
Total hours		45
Classes		Number of hours
Cl 1	Solving basic topological problems	8
Cl 2	Solving basic problems in measure theory.	10
Cl 3	Solving basic problems in probability theory.	12
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture at the board/on-line.

N2. Solving problems with students.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01, W02	exam
F2	PEU_U01, U02 PEU_K01	Test, solution of exercises

$$P=(F1+F2)/2$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Billingsley, P, Probability and measure, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley & Sons Inc., New York 1995, third edition

SECONDARY LITERATURE:

- [1] David F. Anderson, Timo Seppäläinen, Benedek Valkó, Introduction to Probability, Cambridge University Press, 2017
[2] Jolanta K. Misiewicz, Wykłady z rachunku prawdopodobieństwa z zadaniami, Script, Warszawa 2013 (optional, for Polish speaking students).

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Michał Morayne, michal,morayne@pwr.edu.pl

FACULTY PPT / DEPARTMENT.....

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Programowanie i Klasyfikacja**Name of subject in English** Programming and Classification**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** academic**Level and form of studies:** 2nd level, full-time**Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~***Subject code****Group of courses YES / NO***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15	15	0	0
Number of hours of total student workload (CNPS)	40	30	30	0	0
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2	1	1	0	0
including number of ECTS points for practical classes (P)	0	1	1	0	0
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1	0	0	0

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of mathematical analysis, linear algebra and programming

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Understanding the concept of similarity

C2 Understanding the k-mean algorithm

C3 Understanding the concept of hierarchical clustering

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – knows the notion of metric space and similarity

PEK_W02 – knows the notion of sketches

PEK_W03 – knows the k-mean algorithm

PEK_W04 – knows basic hierarchical clustering techniques

relating to skills:

PEK_U01 – can write simple programs in Python Language

PEK_U02 – can build sketches of collection of documents

PEK_U03 – can apply basic clustering algorithms

relating to social competences:

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
L 1	Introduction to Python programming language	4
L 2	Basic methods of text analysis (TF.IDF)	2
L 3	Notion of metric spaces;	2
L 4	Jaccard Similarity	4
L 5	Locality-Sensitive Hashing for Documents	2
L 6	Sketches and random hyperplanes	4
L 7	The curse of dimensionality	2
L 8	Classification: overview	2
L 9	k-mean Algorithms	4
L 10	Hierarchical clustering	4
		30
Classes		Number of hours
C 1	Elements of functional programming	3
C 2	Metric spaces and similarity	2
C 3	Similarity of documents	2
C 4	Pathological properties of highly dimensional spaces	3

C 5	Properties of k-mean algorithm	3
C 6	Hierarchical clustering	2
		15
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Word count and related problems	4
Lab 2	Implementation of sketches of documents	4
Lab 3	Implementation of k-mean algorithms	3
Lab 4	Hierarchical classification	4
		15

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01-W04	Exam
F2	PEK_U01-U02	Solutions of programming tasks
P = (F1 + F2)/2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeffrey D. Ullman, Mining of Massive Datasets, online, 2016
- [2] Stephen Marsland, Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 1st Edition, Chapman and Hall/CRC, 2011
- [3] Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, Data Mining: Concepts and Techniques (3rd ed), Morgan Kaufmann, 2011

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Allen B. Downey, Think Python, Green Tea Press, Needham, Massachusetts, 2015

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

FACULTY Fundamental problems of technology					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish Optyka kwantowa					
Name of subject in English Quantum Optics					
Main field of study (if applicable): Big Data Algorithms					
Specialization (if applicable):					
Profile: academic					
Level and form of studies: 2nd level, full-time					
Kind of subject: optional					
Subject code					
Group of courses YES					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	35	40			
Form of crediting	crediting with grade*	crediting with grade*			
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	1	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Good knowledge of quantum mechanics
2. Knowledge of mathematical analysis and algebra

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 To allow the students to learn the formalism of quantum optics
- C2 To acquaint the students with selected applications of quantum optics

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 Knows the basic formalism of quantum optics

PEK_W02 Knows the applications of quantum optics in science and technology

relating to skills:

PEK_U01 Can apply the formalism of quantum optics to solve simple problems

relating to social competences:
 PEK_K01 Understands the broad scientific and social importance of the achievements of quantum optics
 PEK_K02 Has the attitude of continuous learning

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Quantization of the electromagnetic field	4
Lec 2	Coherent and squeezed states	4
Lec 3	Phase operators	4
Lec 4	Quantum distribution functions	4
Lec 5	Quantum coherence functions and interferometry	6
Lect 6	Light-matter intreraction: quantum description	6
Lect 7	Evaluation	2
Total hours		30

Classes		Number of hours
Cl 1	Semiclassical description of light-matter interaction: two-level atom driven by classical light	4
Cl 2	Quantization of the electromagnetic field	4
Cl 3	Coherent and squeezed states	4
Cl 4	Phase operators	4
Cl5	Quantum distribution functions	4
Cl6	Quantum coherence functions and interferometry	4
Cl7	Light-matter intreraction: quantum description	4
Cl8	Optical spectroscopy. Resonance fluorescence	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture supported by graphical material/slides

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	U01	Homeworks, activity during classes
P1	U01	Evaluation test
$P = 0.4 * F1 + 0.6 * P1$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

1. M. O. Scully, M. S. Zubairy Quantum Optics (Cambridge 1997)
2. Y. Yamamoto, A. Imamoglu, *Mesoscopic Quantum Optics*

SUPPLEMENTARY LITERATURE:

Stanisław Kryszewski, Quantum Optics, <http://iftia9.univ.gda.pl/~sjk/QO-SK.pdf>

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Paweł Machnikowski, Pawel.Machnikowski@pwr.wroc.pl

FACULTY W11 / DEPARTMENT K64W11D11

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Fizyka Statystyczna Układów Złożonych**Name of subject in English** Statistical Physics for Complex Systems**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** academic / practical***Level and form of studies:** ~~1st/ 2nd level, uniform magister studies*~~, full-time / part-time***Kind of subject:** ~~obligatory / optional / university-wide*~~**Subject code****Group of courses** YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		75		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)	1		2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of mathematical analysis, algebra and general physics on the level of first-degree studies in technical sciences
2. Skills in computer programming

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Becoming familiar with basic concepts of macroscopic and microscopic description of large systems composed of interacting objects

C2 Becoming familiar with Monte Carlo simulations in statistical physics

C3 Becoming familiar with basic concepts and methods of the theory of critical phenomena and phase transitions

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – to acquire knowledge related to basic concepts of thermodynamics and statistical physics

PEK_W02 – to acquire knowledge related to Monte Carlo simulations in statistical physics

PEK_W03 – to acquire knowledge related to concepts and methods of the theory of critical phenomena and phase transitions

PEK_W04 – to acquire knowledge related to concepts and methods of statistical physics used to model and analyze Complex Systems

relating to skills:

PEU_U01 – developing skills to model complex systems using statistical mechanics methods

PEU_U02 – developing skills to analyze models of complex systems within Monte Carlo simulations

relating to social competences:

PEU_K01 – developing skills to critically analyze information related to statistical physics from different sources

3

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction – the statistical physics for complex systems and big data	2
Lec 2	From the microscale to the macroscale: Ehrenfest model, Mark Kac's ring model and H-Boltzmann theorem.	4
Lec 3	Entropy in statistical physics and information theory.	4
Lec 4	Statistical ensembles – theory and examples.	4
Lec 5	The Ising model – Monte Carlo simulations, analytical approach (exact and the mean-field approximation), and interdisciplinary applications.	6
Lec 6	Validation of the model – elements of thermodynamics, relation between thermodynamics and statistical physics.	4
Lec 7	Elements of the theory of the phase transitions and critical phenomena: Landau theory, critical exponents, universality, scaling.	4
Lec 8	Real-life applications of statistical physics to model and analyze various phenomena (in biology, economy and sociology).	2
	Total hours	
Laboratory		Number of hours

Lab 1	Pseudo Random Number Generators – comparison and basic tests	4
Lab 2	Simulations the simple microscopic model, such as the Ehrenfest model, Mark Kac’s ring model, etc.	4
Lab 3	Calculating the entropy	4
Lab 4	Monte Carlo simulations of the Ising model in one dimension in temperature $T \geq 0$: space-time diagram, the role of initial conditions and the type of updating	4
Lab 5	Monte Carlo simulations of the Ising model in two dimensions – trajectories and the time evolution of the probability density function of magnetization.	4
Lab 6	Monte Carlo simulations of the Ising model in two dimensions – temperature dependence of magnetization, susceptibility, phase transition.	4
Lab 7	Continuous and discontinuous phase transitions in the selected models – simulations and analytical calculations.	6
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. lecture with multimedia presentation
N2. discussions, problems’ solutions
N3. computer laboratory – programming in C++, Python, Julia or other programming language
N4. digital resources
N5. consultations
N6. homework

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01- PEK_W04	oral tests, discussions, progress check in computer lab
F2	PEK_W01- PEK_W04, PEU_U01- PEU_U02,	homework with grade
F3	PEU_U01- PEU_U02, PEU_K01	crediting with grade (lecture), crediting with grade (computer lab)

$$P=(F1+F2+F3)/3$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] J. P. Sethna, Statistical Mechanics, Entropy, Order Parameters, and Complexity
- [2] H. Gould, J. Tobochnik, Statistical and Thermal Physics: With Computer Applications, Princeton University Press (2010)
- [3] M. Plischke i B. Bergersen, Equilibrium Statistical Physics, 3rd Edition, Prentice-Hall Inc. (2006)
- [4] D. P. Landau, K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics, 4th Edition, Cambridge University Press (2014)
- [5] M. E. J. Newman, G. T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics, Clarendon Press, Oxford (2001)

SECONDARY LITERATURE:

- [1] S. Thurner, R. Hanel, and P. Klimek, Introduction to the Theory of Complex Systems, Oxford University Press (2018)
- [2] T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc. (2006)
- [3] Nicholas R. Moloney, Kim Christensen, Complexity and Criticality, Imperial College Press (2005)
- [4] J. M. Yeomans, Statistical mechanics of phase transitions, Clarendon Press (1992)
- [5] Original articles

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. Katarzyna Weron (katarzyna.weron@pwr.edu.pl)

FACULTY PPT / DEPARTMENT.....					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish Procesy Stochastyczne					
Name of subject in English Stochastic Processes					
Main field of study (if applicable): Big Data Analytics					
Specialization (if applicable):					
Profile: academic / practical *					
Level and form of studies: 1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time *					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide *					
Subject code					
Group of courses YES / NO *					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	45			
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	1	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Mathematical Analysis.
2. Measure Theory.
3. Probability Theory.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Providing students with knowledge on stochastic process with emphasis on Markov chains.
 C2 Enabling students to apply stochastic processes in practice.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – knows stochastic processes

PEK_W02 – knows some applications of stochastic processes

relating to skills:
 PEU_U01 – can use stochastic processes to model real world phenomena
 PEU_U02 – can read further literature in probability theory and study stochastic processes

relating to social competences:
 PEU_K01 – can work in multi-discipline teams sharing his knowledge

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	General notion of stochastic process and filtration – discrete and continuous time.	2
Lec 2	Markov chains – definition and basic notions: states, state space, transition probability, “memorylessness”. Transition matrix.	2
Lec 3	Classification of states.	2
Lec 4	Periodic chains.	2
Lec 5	Recurrent and transient states.	2
Lec 6	Random walks.	2
Lec 7	Stationary distributions for Markov chains. Stationary Markov chains. Ergodic states. Ergodic Markov chains.	2
Lec 8	Applications of Markov chains 1.	2
Lec 9	Applications of Markov chains 2.	2
Lec 10	Markov processes with continuous time.	2
Lec 11	Poisson process 1.	2
Lec 12	Poisson process 2.	2
Lec 13	Birth-and-death process.	2
Lec 14	Wiener process (Brownian motion) 1.	2
Lec 15	Wiener process 2.	2
	Total hours	30
Classes		Number of hours
C1	Solving basic problems about Markov chains.	15
C 2	Solving basic problems about continuous time Markov processes.	15
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1 Lecture using board and/or computer presentations
 N2 Solving problems in class

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement

F1	PEK_W01, W02, PEU_U01, U02 PEU_K01	In-class short test, solutions of problems
F2	PEK_W01, W02, PEU_U01, U02 PEU_K01	In-class short test, solutions of problems
F3	PEK_W01, W02, PEU_U01, U02 PEU_K01	Final test
$P = (F1+F2+F3)/3$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

[1] [1] Billingsley, P, Probability and measure, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley & Sons Inc., New York 1995, third edition

SECONDARY LITERATURE:

[1] Anzelm Iwanik, Jolanta K. Misiewicz, Wykłady z procesów stochastycznych z zadaniami, Script, Warszawa 2015 (optional, for Polish speaking students).

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Michał Morayne, michal.morayne@pwr.edu.pl

FACULTY W11 / DEPARTMENT K64W11D11

SUBJECT CARD**Name of subject in Polish** Obsługa strumieni danych**Name of subject in English** Stream programming**Main field of study (if applicable):** Big Data Analytics**Specialization (if applicable):****Profile:** ~~academic~~ / ~~practical~~***Level and form of studies:** ~~1st/ 2nd level, uniform magister studies*~~, full-time / ~~part-time~~***Kind of subject:** obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~***Subject code****Group of courses** YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	50		75		
Form of crediting	Examination/ crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*	Examination /crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)	0		2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of programming and basic concepts of linear algebra

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Understanding basic techniques of stream programming

C2 Knowledge of basic parameters of streams of data

C3 Understanding random sampling

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – knows the notion of stream of data

PEK_W02 – knows the notion of aggregates

PEK_W03 – knows basic counting algorithms

PEK_W04 – knows sampling techniques

relating to skills:

PEK_U01 – can build tools for observation of data stream

PEK_U02 – knows how to extract basic properties of a stream

PEK_U03 – can build random samples in on-line regime

relating to social competences:

PEK_K01 – can observe basic properties of observed stream of data of data

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to Scala programming language	6
Lec 2	Reactive programming	2
Lec 3	Scala and Python libraries for observation of streams	2
Lec 4	Basic statistics of stream	4
Lec 5	Hash tables and bloom filters	2
Lec 6	Majority and Misra-Gries summaries	2
Lec 7	Counting Distinct Elements in a Stream	4
Lec 8	Estimating Moments	4
Lec 9	Counting Ones in a Window	2
Lec 10	Random samples from streams	2
	Total hours	
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Introduction to Scala	10
Lab 2	Building tools for observations of streams	4
Lab 3	Bloom filters	4
Lab 4	Heavy hitters	4
Lab 5	Implementation of HyperLogLog	4
Lab 6	Random samples	4
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and computer presentations

N2. Solving exercises with students

N3. Solving programming tasks
N4. Consultations

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01-W04 PEK_K01	Test
F2	PEK_U01-U03	Solutions of programming tasks
P=(F1+F2)/2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] J. Leskovec, A. Rajaraman, J. D. Ullman, *Mining of Massive Datasets*, book.pdf, 2016
- [2] Tyler Akidau, Slava Chernyak, Reuven Lax, *Streaming Systems. The What, Where, When, and How of Large-Scale Data Processing*, O'Reilly Media, July 2018

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Martin Odersky, *Programming in Scala*, Artima Press, 2016
- [2] Misra, J.; Gries, David, *Finding repeated elements*, Science of Computer Programming. 2 (2): 143–152.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr hab. Yaroslav Pavlyuk (yaroslav.pavlyuk @pwr.edu.pl)

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY**SUBJECT CARD****Name of subject in Polish Analiza szeregów czasowych****Name of subject in English Time Series Analysis****Main field of study (if applicable): Big Data Analytics****Specialization (if applicable):****Profile: academic / ~~practical~~*****Level and form of studies: 2nd level, full time****Kind of subject: optional****Subject code****Group of courses YES**

*delete as not necessary

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	45			
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	1	2			
including number of ECTS points for practical classes (P)		2			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Basic knowledge of programming in Python, machine learning and statistics.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Knowledge of basic analysis of time series data

C2 Knowledge of forecasting and modelling of time series

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 has deeper knowledge of statistical theory and methods particularly common in time series modelling and forecasting

PEU_W02 understands time-dependent seasonal components

PEU_W03 is able to interpret the results of an implemented analysis
 PEU_W04 is aware of limitations and possible sources of errors in the analysis

relating to skills:

PEU_U01 can use Python in time series analysis
 PEU_U02 can apply auto-regressive and model averaging models
 PEU_U03 can forecast time series using Deep Learning methods
 PEU_U04 can extract time series' features using Wavelet transform

relating to social competences:

PEU_K01 know one's limitations of knowledge and understands need for further development
 PEU_K02 can present and discuss problems in the forum

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Course requirements, Python Pandas Overview	2
Lec 2	Time series visualization	2
Lec 3-4	Forecasting with smoothing models	4
Lec 5-6	ARMA, ARIMA, and SARIMA models	6
Lec 7	Vector autoregression and Granger causality	2
Lec 8	Time series forecasting using Prophet library	2
Lec 9-11	Deep Learning for Time Series Forecasting	6
Lec 12-13	Wavelet analysis in feature extraction	4
Lec14	Time series clustering using k-shape algorithm	2
Lec15	Final test	2
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl 1	Python Pandas Overview	2
Cl 2	Time series visualization	2
Cl 3	Forecasting with smoothing models	3
Cl 4-5	ARMA models	4
Cl 6-7	ARIMA and SARIMA models	4
Cl 8	Vector autoregression and Granger causality	
Cl 9	Time series forecasting using Prophet library	
Cl 10-11	Deep Learning for Time Series Forecasting	4
Cl 12-13	Wavelet analysis in feature extraction	4

Cl 14	Time series clustering using k-shape algorithm	2
Cl 15	Final project presentation	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture using board and/or computer presentations
 N2. Exercises reports
 N3. E-learning (ePortal PWr)
 N4. Unassisted student's work (quizzes)
 N5. Consultation during office hours
 N6. Final project (chosen topic)
 N7. Final test

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Quizzes
F4	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Final project
$P = 0.3\%*F1 + 0.3\%*F2 + 0.1\%*F3 + 0.4\%*F4$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Hyndman, Rob J., and George Athanasopoulos. Forecasting: principles and practice. OTexts, 2018.
 [2] Nielsen, Aileen. Practical time series analysis: Prediction with statistics and machine learning. O'Reilly Media, 2019.
 [3] Addison, Paul S. The illustrated wavelet transform handbook: introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance. CRC press, 2017.

[4]

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Taylor, Sean J., and Benjamin Letham. "Forecasting at scale." The American Statistician 72.1 (2018): 37-45.
 [2] Torrence, Christopher, and Gilbert P. Compo. "A practical guide to wavelet analysis." Bulletin of the American Meteorological society 79.1 (1998): 61-78.
 [3] Patel, Ankur A. Hands-on unsupervised learning using Python: how to build applied machine learning solutions from unlabeled data. O'Reilly Media, 2019.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. Mirosław Łątka, miroslaw.latka@pwr.edu.pl

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY / DEPARTMENT OF THEORETICAL PHYSICS

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish Wykład monograficzny 1

Name of subject in English Monographic Lecture 1

Main field of study (if applicable): Big Data Analytics

Specialization (if applicable):

Profile: academic

Level and form of studies: 2nd level, full-time

Kind of subject: optional

Subject code

Group of courses YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	65			
Form of crediting	Examination/ crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*	Examination/ crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	2	3			
including number of ECTS points for practical classes (P)		3			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1	1			

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Programming skills acquired in first semester
2. Mathematical skills (differential equation and probability theory) acquired in first semester
3. Skills in statistical physics

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Presentation of new trends in computer science, physics and mathematics
- C2. Practical mastery of the tools and concepts discussed during the lecture

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 - Getting to know new ideas in computer science, physics and mathematics

relating to skills:

PEU_U01 - Student can apply new solutions in computer science, physics and mathematics

relating to social competences:

PEU_K01 - Understands the need to track new developments in computer science, physics and mathematics

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1-2	Emerging new concepts in computer science/physics/mathematics: short characterization	4
Lec 3-5	Ideas and concepts preceding current state of knowledge – historical sketch	6
Lec 6-8	Presentation of corresponding programming/physical/mathematical tools	6
Lec 9-12	Detailed presentation of emerging new concepts	8
Lec 13-14	Perspectives for future development based on current emerging concepts	4
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl 1-2	Getting familiar with programming/physics/mathematics tools related to emerging concepts	4
Cl 3-5	Introductory exercises with new programming/physics/mathematics tools	6
Cl 6-9	Solving simple problems related to new emerging concepts	8
Cl 10-14	Solving challenging problems motivated by new emerging concepts	10
Cl 15	Final test	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using board and computer presentations

N2. Solving exercises with students

N3. Solving programming tasks

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement

semester end)		
F1	PEK_W01, PEK_K01	Test
F2	PEK_U01	Solutions of practical tasks
P=(F1+F2)/2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
Detailed list of the literature will be provided during the first lecture. It will cover:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Literature review of concepts and ideas preceding current state of knowledge 2. Current papers related to new emerging trends (both traditional and electronic sources) 3. Papers/textbooks written by the lecturer/lecturers 		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
prof. dr hab. Antoni C. Mituś antoni.mitus@pwr.edu.pl		

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: Podstawowych Problemów Techniki

KIERUNEK STUDIÓW: Big Data Analytics

Przyporządkowany do dyscypliny: D1 nauki fizyczne, z kompetencjami inżynierskimi (dyscyplina wiodąca)

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: angielski

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2021/2022

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów

*niepotrzebne skreślić

ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Wydział: Podstawowych Problemów Techniki
Kierunek studiów: Big Data Analytics (BDA)
Poziom studiów: Studia drugiego stopnia (2)
Profil: Ogólnoakademicki (A)

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: **nauki ścisłe i przyrodnicze**

Dyscyplina/dyscypliny w przypadku kilku dyscyplin proszę wskazać dyscyplinę wiodącą) **nauki fizyczne, z kompetencjami inżynierskimi**

Objaśnienie oznaczeń:

P7U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia - 7 poziom PRK

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia/ jednolitych magisterskich – 7 poziom PRK

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K(symbol kierunku)_W1, K(symbol kierunku)_W2, K(symbol kierunku)_W3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K(symbol kierunku)_U1, K(symbol kierunku)_U2, K(symbol kierunku)_U3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K(symbol kierunku)_K1, K(symbol kierunku)_K2, K(symbol kierunku)_K3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

S(symbol specjalności)_W..., S(symbol specjalności)_W..., S(symbol specjalności)_W..., ...- efekty specjalnościowe dot. kategorii „wiedza”

S(symbol specjalności)_U..., S(symbol specjalności)_U..., S(symbol specjalności)_U..., ...- efekty specjalnościowe dot. kategorii „umiejętności”

S(symbol specjalności)_K..., S(symbol specjalności)_K..., S(symbol specjalności)_K..., ...- efekty specjalnościowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

...._inż – efekty uczenia się umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich

Kierunkowe efekty uczenia się

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Big Data Analytics Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 7 PRK, umożliwiającących uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
BDA2_W01	posiada pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki, informatyki i matematyki, przydatną do modelowania i rozwiązywania problemów związanych z analizą dużych zasobów informacyjnych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
BDA2_W02	zna najważniejsze kierunki badań w dziedzinie analityki dużych zbiorów danych (<i>Big Data Analytics</i>), teorii układów złożonych oraz fizyki statystycznej	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W03	zna metody fizyczne oraz informatyczne służące do śledzenia, modelowania, analizy dużych zbiorów danych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
BDA2_W04	zna metody służące do monitorowania w trybie online oraz przetwarzania dużych zbiorów danych	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W05	zna podstawowe techniki klasyfikacyjne oraz ich złożoności obliczeniowe	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W06	zna metody modelowania i analizy złożonych układów dynamicznych	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W07	zna pojęcie entropii i metody wykorzystania tego pojęcia do analizy układów dynamicznych	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W08	zna zastosowania równań różniczkowych do modelowania i badania układów dynamicznych	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W09	zna podstawy programowania z użyciem pakietów algebry symbolicznej	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W10	zna metody modelowania i generowania dużych losowych struktur danych	P7U_W	P7S_WG	
BDA2_W11	zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w odniesieniu do urządzeń elektronicznych, a także podstawowe	P7U_W	P7S_WK	

	zagrożenia wynikające ze stosowania nowoczesnych technologii informacyjno-telekomunikacyjnych			
BDA2_W12	ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z analizowaniem danych	P7U_W	P7S_WK	
BDA2_W13	zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów oraz zna metody analizy danych w procesie zarządzania	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_inż
UMIEJĘTNOŚCI (U)				
BDA2_U01	potrafi efektywnie wykorzystywać dostępne źródła danych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
BDA2_U02	potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu fizyki do modelowania układów złożonych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
BDA2_U03	potrafi efektywnie korzystać z literatury fachowej, w tym z najnowszych publikacji naukowych	P7U_U	P7S_UU	P7S_UW_inż
BDA2_U04	potrafi znaleźć adekwatny model obserwowanego dynamicznego zjawiska	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
BDA2_U05	potrafi przygotować publikację o charakterze naukowym zawierającą wyniki przeprowadzonych badań	P7U_U	P7S_UW	
BDA2_U06	potrafi zastosować metody Big Data Analytics do zbiorów danych z obserwacji naukowych	P7U_U	P7S_UW	
BDA2_U07	potrafi w sposób przystępny zreferować wyniki badań	P7U_U	P7S_UK	
BDA2_U08	potrafi pracować w grupie w ramach realizacji wspólnego projektu badawczego; potrafi kierować pracą zespołu	P7U_U	P7S_UO	
BDA2_U09	rozumie potrzebę ciągłego śledzenia literatury fachowej i zna główne konferencje poświęcone tematyce <i>Big Data</i> , teorii układów złożonych oraz fizyce statystycznej	P7U_U	P7S_UU	
BDA2_U10	zna język obcy na poziomie B2+	P7U_U	P7S_UK	
BDA2_U11	Potrafi rozwiązywać typowe zadania z rachunku prawdopodobieństwa, statystyki, algebry, równań różniczkowych i baz danych	P7U_U	P7S_UW	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)				
BDA2_K01	potrafi filtrować i sprawdzać informacje pozyskiwane z różnych źródeł	P7U_K	P7S_KK	
BDA2_K02	przeprowadza ocenę stopnia złożoności badanego zagadnienia, dzieli realizację zadania analitycznego na etapy oraz potrafi	P7U_K	P7S_KK P7S_KR	

	kontrolować realizację projektu			
BDA2_K03	rozważa zagadnienia etyczne oraz prawne związane z upublicznianiem wyników analiz danych	P7U_K	P7S_KR	
BDA2_K04	podejmuje dyskusje na tematy społeczne w oparciu o analizę danych, ze świadomością jej ograniczeń	P7U_K	P7S_KO	

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek studiów: Big Data Analytics	Profil: Ogólnoakademicki
Poziom studiów: Studia drugiego stopnia	Forma studiów: stacjonarna

1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów 3</i>	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie 90</i>
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć 990</i>	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia)</i> Wymagany tytuł zawodowy: inżynier, magister inżynier, magister. Ukończone studia o profilu ogólnoakademickim w obszarze następujących dyscyplin: astronomia, automatyka, elektronika i elektrotechnika, informatyka techniczna i telekomunikacja, informatyka, inżynieria biomedyczna, matematyka, nauki fizyczne.
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów</i> magister inżynier kwalifikacje II stopnia	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</i> Absolwent ma pogłębioną wiedzę w tych obszarach fizyki, informatyki i matematyki, które są użyteczne przy modelowaniu i rozwiązywaniu problemów związanych z analizą dużej ilości danych. Absolwent zna najważniejsze kierunki badań w zakresie analizy dużych zbiorów danych (Big Data Analytics), teorii układów złożonych i fizyki statystycznej oraz potrafi (1) używać narzędzi i technologii IT w celu analizy dużych zbiorów danych, (2) używać metod fizyki układów złożonych do badania i modelowania analizowanych źródeł informacji, (3) znaleźć lub stworzyć

	<p>adekwatny model obserwowanego zjawiska dynamicznego i zweryfikować go na podstawie danych empirycznych.</p> <p>Absolwent będzie przygotowany do pracy w dynamicznie rozwijającym się sektorze rynku (w szczególności w sektorach bankowości oraz IT) związanych ze statystyczną analizą dużych zbiorów danych ukierunkowanych, w szczególności, na odkrywanie ukrytych wzorców, trendów rynkowych, preferencji klientów, i innych.</p>
<p><i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p>Studia III stopnia (Szkola Doktorska)</p>	<p><i>1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i></p> <p>Program nauczania implementuje misję uczelni, oferując techniczne kompetencje w dziedzinie modelowania układów złożonych i analizy dużych zbiorów danych, stanowiących podstawy współczesnych technologii informatycznych, stosowanych nie tylko w naukach ścisłych i technicznych, ale również w obszarach ekonomii i nauk społecznych. Pozwala edukować kreatywnych specjalistów przygotowanych do odgrywania wiodącej roli w dynamicznie rozwijającym się sektorze rynku związanego z dużą liczbą danych. Program dobrze wpisuje się w strategiczne cele uczelni poprzez swoją korelację z potrzebami rynku, wysoki formalny poziom, interdyscyplinarny charakter, oraz włączenie studentów do badań na wysokim poziomie naukowym.</p>

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 13, U (umiejętności) = 11, K (kompetencje) = 4, W + U + K = 28

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

D1 (wiodąca) 28 (*liczba ta musi być większa od połowy całkowitej liczby efektów uczenia się*)

D2

D3

D4

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

D1 100 % punktów ECTS

D2 % punktów ECTS

D3 % punktów ECTS

D4 % punktów ECTS

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów - DN (*musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2*) **62**

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (*musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2*)

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

W ostatnich latach duże zbiory danych mają znaczący wpływ na zmiany w wielu gałęziach nowoczesnego przemysłu. Duże zbiory danych są zbierane przez rozmaite korporacje, włączając kompanie finansowe, telekomunikacyjne, marketingowe i związane z ochroną zdrowia. Tym niemniej, zrozumienie wartości dużych zbiorów danych ciągle stanowi wyzwanie. Analiza dużych zbiorów danych może potencjalnie pozwolić na odkrywanie ukrytych wzorców i zależności. W rezultacie, może pomagać w wyszukiwaniu nowych strategii. Badania opinii pokazują, że większość kompanii inwestuje albo planuje inwestować w analizę dużych zbiorów danych. Dlatego kreatywni specjaliści, którzy nie tylko potrafią używać znanych narzędzi, ale również potrafią rozwijać nowe technologie, są poszukiwani.

2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU¹, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2) **46 ECTS**

2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	14
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	14
Łączna liczba punktów ECTS	28

2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	23
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	12
Łączna liczba punktów ECTS	35

2.9. Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O)
5 punktów ECTS

2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS) 28 punktów ECTS

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się zawarty jest w załączniku „Zakładane efekty uczenia się”, a jego szczegóły określone są w kartach przedmiotu, dokumentujących sposób uzyskania oraz weryfikacji poszczególnych efektów uczenia się.

4. Lista bloków zajęć:

4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.1.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie* (min. ... pkt. ECTS): BRAK

4.1.1.2 Blok *Języki obce* (min. 2 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	JZL1007 10BK	Foreign Language 2		3				BDA2_U 10	45	60	2		1	T,Z	Z	O		P	KO
		Razem		3					45	60	2		1						

4.1.1.3 Blok *Zajęcia sportowe* (0 pkt ECTS): BRAK

4.1.1.4 *Technologie informacyjne* (min. pkt ECTS):BRAK

Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
	3				45	60	2	1	

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.1.2.1 Blok *Matematyka*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Advanced Topics in Algebra (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)				PD
2		Practical Statistics for Data Science(GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11 BDA2_K02	60	100	4		2	T	E(w)			P(2)	PD
Razem			4	2	2				120	200	8		4						

4.1.2.2 Blok *Fizyka*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Elements of Nonlinear Dynamics (GK)	1		1			BDA2_W01 BDA2_W06 BDA2_W08 BDA2_W09 BDA2_U04	30	50	2	2	1	T,Z	Z(w)		DN	P(1)	PD
Razem			1		1				30	50	2	2	1						

4.1.2.3 Blok *Chemia: BRAK*

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.2.4 Blok Informatyka

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Databases and Information Management (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)			P(2)	PD
		Razem	2		2				60	100	4		2						

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
7	2	5			210	350	14	2	7

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.3 Lista bloków kierunkowych

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Programming and Classification (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_W05 BDA2_W11 BDA2_U06	60	100	4	4	2	T,Z	Z(w)		DN	P(2)	K
2		Stream Programming (GK)	2		2			BDA2_W04 BDA2_W11 BDA2_W12 BDA2_U01 BDA2_U08	60	125	5		2	T,Z	Z(w)			P(2)	K
3		Complex Systems (GK)	2		2			BDA2_W02 BDA2_W06 BDA2_W07 BDA2_W08 BDA2_U02	60	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(3)	K
4		Big Data Algorithms (GK)	2	2	2			BDA2_W02 BDA2_W03 BDA2_W04 BDA2_W10 BDA2_U06	90	150	6	6	3	T	Z(w)		DN	P(4)	K
5		Diploma Seminar 1					1	BDA2_U01 BDA2_U03 BDA2_U07	15	25	1		1	T,Z	Z			P	K
6		Diploma Seminar 2					2	BDA2_U01, BDA2_U03 BDA2_U05 BDA2_U07	30	60	2		1	T	Z			P	K
7		Machine Learning – Applications (GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U09 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	E(w)		DN	P(2)	K
Razem			10	5	7		3		375	660	26	18	14						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem (dla bloków kierunkowych):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
1	5	7		3	375	660	26	18	14

4.2 Lista bloków wybieralnych

4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt ECTS):*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	FLP1056 19BK	Humanities	1					BDA2_W13 BDA2_K01 BDA2_K04	15	60	2		1	T	Z	O			KO
2	EKP1055 76BK	Social Science	2					BDA2_W13 BDA2_U06 BDA_K03, BDA2_K04	30	90	3		1	T	Z				KO
Razem			3						45	150	5		2						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2.1.2 Blok Języki obce (min 1 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prak. ⁶	rodzaj ⁷
1	JZL1007 09BK	Foreign Language 1		1				BDA2_U10	15	30	1		1	T,Z	Z	O		P	KO
Razem				1					15	30	1		1						

4.2.1.3 Blok Zajęcia sportowe (0 pkt ECTS): BRAK

4.2.1.4 Technologie informacyjne (min. pkt ECTS): BRAK

Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęc DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
3	1				60	180	6		3

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.2.2.1 Blok *Matematyka* (min. 9 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczel-niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Elements of Probability Theory (GK) albo Probability Theory (GK)	3	2				BDA2_W01 BDA2_U11	75	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(2)	PD
2		Elements of Differential Equations (GK) albo Differential Equations: Physical Applications (GK)	2	1				BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_W08 BDA2_U11	45	100	4	4	2	T	E(w)		DN	P(1)	PD
Razem			5	3					120	225	9	9	5						

4.2.2.2 Blok *Fizyka* (min. 5 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczel-niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Statistical Physics for Complex Systems (GK) albo Quantum Statistical Physics (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U02	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	PD
Razem			2		2				60	125	5	5	2						

4.2.2.3 Blok *Chemia* (min. pkt ECTS): BRAK

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
W	ć	l	p	s					
7	3	2			180	350	14	14	7

4.2.3 Lista bloków kierunkowych

4.2.3.1 Blok Przedmioty wybieralne kierunkowe (min.8 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Machine Learning – Introduction (GK) albo Monographic Lecture 1 (GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U09	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	K
2		Time Series Analysis (GK) albo Numerical Methods in Physics (GK) albo Quantum Optics (GK) albo Stochastic Processes (GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	Z(w)		DN	P(2)	K
Razem			4	4					120	200	8	8	4						

Razem dla bloków kierunkowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
W	ć	l	p	s					

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4	4				120	200	8	4		4
---	---	--	--	--	-----	-----	---	---	--	---

4.2.4 Lista bloków specjalnościowych: BRAK

4.3 Blok praktyk (opinia rady konsultacyjnej wydziału nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr ...): BRAK

4.4 Blok „praca dyplomowa” (o ile jest przewidywana na studiach pierwszego stopnia)

Typ pracy dyplomowej	liczeńska / inżynierska / magisterska*		
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS		Kod
1	20		
Charakter pracy dyplomowej			
projekt, program komputerowy, analiza danych			
Liczba punktów ECTS BU ¹	10		
Liczba punktów ECTS DN ⁵	20		

5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
Wykład	egzamin, kolokwium
Ćwiczenia	kartkówki, testy, kolokwium
Laboratorium	aktywność na zajęciach, sprawozdanie z laboratorium
Projekt	dyskusja, obrona projektu
Seminarium	udział w dyskusji, prezentacja tematu

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Praktyka	
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

6. Zakres egzaminu dyplomowego

Zakres oraz tematy egzaminu dyplomowego określa Komisja Programowa dla kierunku Big Data Analytics i podaje go do wiadomości studentów najpóźniej do końca drugiego semestru studiów. Z przygotowanego zestawu pytań student losuje na egzaminie dyplomowym trzy pytania.

7. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach

BRAK

<i>Lp.</i>	<i>Kod kursu/grupy kursów</i>	<i>Nazwa kursu/grupy kursów</i>	<i>Termin zaliczenia do... (numer semestru)</i>

8. Plan studiów (załącznik nr 5)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....
Data

.....
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

*niepotrzebne skreślić

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ:	Podstawowych Problemów Techniki
KIERUNEK STUDIÓW:	Big Data Analytics
POZIOM KSZTAŁCENIA:	studia drugiego stopnia
FORMA STUDIÓW:	stacjonarna
PROFIL:	ogólnoakademicki
SPECJALNOŚĆ:	
JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:	angielski
OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:	2021/2022

*niepotrzebne skreślić

Struktura planu studiów (opcjonalnie)

1) w układzie punktowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

2) w układzie godzinowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 13

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Programming and Classification (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_W05 BDA2_W11 BDA2_U06	60	100	4	4	2	T,Z	Z(w)		DN	P(2)	K
2		Stream Programming (GK)	2		2			BDA2_W04 BDA2_W11 BDA2_W12 BDA2_U01 BDA2_U08	60	125	5		2	T,Z	Z(w)			P(2)	K
3		Advanced Topics in Algebra (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)			P(2)	PD
Razem			6	2	4				180	325	13	4	6						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 210 godzin w semestrze, 17 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	JZL1007 09BK	Foreign Language 1		1				BDA2_U10	15	30	1		1	T,Z	Z	O		P	KO
2	FLP1056 19BK	Humanities	1					BDA2_W13 BDA2_K01 BDA2_K04	15	60	2		1	T	Z	O			KO
3		Elements of Probability Theory (GK) albo Probability Theory (GK)	3	2				BDA2_W01 BDA2_U11	75	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(2)	PD
4		Elements of Differential Equations (GK) albo Differential Equations: Physical Applications (GK)	2	1				BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_W08 BDA2_U11	45	100	4	4	2	T	E(w)		DN	P(1)	PD
5		Statistical Physics for Complex Systems (GK) albo Quantum Statistical Physics (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U02	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	PD
Razem			8	4	2				210	440	17	14	9						

Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
1	6	6			390	765	30	18	15
4									

Semestr 2

Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 22

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczel-niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Complex Systems (GK)	2		2			BDA2_W02 BDA2_W06 BDA2_W07 BDA2_W08 BDA2_U02	60	125	5	5	3	T	E(w)		DN	P(3)	K
2		Big Data Algorithms (GK)	2	2	2			BDA2_W02 BDA2_W03 BDA2_W04 BDA2_W10 BDA2_U06	90	150	6	6	3	T	Z(w)		DN	P(4)	K
3		Elements of Nonlinear Dynamics (GK)	1		1			BDA2_W01 BDA2_W06 BDA2_W08 BDA2_W09 BDA2_U04	30	50	2	2	1	T,Z	Z(w)		DN	P(1)	PD
4		Databases and Information Management (GK)	2		2			BDA2_W01 BDA2_W03 BDA2_U01 BDA2_U11	60	100	4		2	T	Z(w)			P(2)	PD
5		Practical Statistics for Data Science (GK)	2	1	1			BDA2_W01 BDA2_U11 BDA2_K02	60	100	4		2	T	E(w)			P(2)	PD
6		Diploma Seminar 1					1	BDA2_U01 BDA2_U03 BDA2_U07	15	25	1		1	T,Z	Z			P	K
Razem			9	3	8		1		315	550	22	13	12						

Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 90 godzin w semestrze, 8 punktów ECTS)

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelnianny – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	EKP1055 76BK	Social Science	2					BDA2_W13 BDA2_U06 BDA_K03, BDA2_K04	30	90	3		1	T	Z				KO
2		Machine Learning – Introduction (GK) albo Monographic Lecture 1(GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U09	60	125	5	5	2	T	Z(w)		DN	P(3)	K
		Razem	4	2					90	215	8	5	3						

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
1	5	8		1	405	765	30	18	15
3									

Semestr 3

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów obowiązkowe
liczba punktów ECTS 27

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Diploma Seminar 2					2	BDA2_U01, BDA2_U03 BDA2_U05 BDA2_U07	30	60	2		1	T	Z			P	K
2	JZL1007 10BK	Foreign Language 2		3				BDA2_U10	45	60	2		1	T,Z	Z	O		P	KO
3		MSc Thesis						BDA2_U01, BDA2_U05, BDA2_U07		500	20	20	10	T	Z		DN	P	K
4		Machine Learning – Applications (GK)	2	2				BDA2_W01 BDA2_U09 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	E(w)		DN	P(2)	K
Razem			2	5			2		135	695	27	23	14						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 60 godzin w semestrze, 3 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Time Series Analysis (GK) albo Numerical Methods in Physics (GK) albo Quantum Optics (GK) albo Stochastic Processes (GK)						BDA2_W01 BDA2_U11	60	75	3	3	2	T	Z(w)		DN	P(2)	K
		Razem	2	2					60	75	3	3	2						

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
4	7			2	195	770	30	26	16

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
	1. Elements of Probability Theory/Probability Theory 2. Elements of Differential Equations/Differential Equations: Physical Applications	1
	1. Practical Statistics for Data Science 2. Complex Systems	2
	1. Machine Learning – Applications	3

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	10
2	8
3	-

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....
Data

.....
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷ KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim .....Zaawansowane zagadnienia algebry	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Advanced Topics in Algebra	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna	
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	25	25		
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2	1	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)		1	1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Basic knowledge of programming and basic concepts of linear algebra

CELE PRZEDMIOTU

C1 Understanding and ability to use linear algebraic algorithms for analyzing real-world data.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – possesses deeper knowledge of linear algebra.

PEU_W02 - knows linear algebraic data analysis algorithms.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - can analyse big sets of data using linear algebra tools.

PEU_U02 – can study more advanced study literature based on linear algebra.

PEU_U03 – can use computer tools for solving linear algebra and data analysis problems.

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - can find regularities in large collections of data

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Linear operators and matrices	2
Wy2	Eigendecomposition of matrix. Characteristic polynomial, eigenvalue, eigenvector, eigendecomposition - 1.	2
Wy2	Eigendecomposition of matrix. Characteristic polynomial, eigenvalue, eigenvector, eigendecomposition - 2.	2
Wy3	Jordan blocks decomposition – 1.	2
Wy4	Jordan blocks decomposition – 2.	2
Wy5	Jordan blocks decomposition – 3.	2
Wy6	Multilinear map. Bilinear form, matrix of bilinear form, dot product, orthogonal set, projections – 1.	2
Wy7	Multilinear map. Bilinear form, matrix of bilinear form, dot product, orthogonal set, projections – 2.	2
Wy8	Multilinear map. Bilinear form, matrix of bilinear form, dot product, orthogonal set, projections – 3.	2
Wy9	Hermitian matrix - 1.	2
Wy10	Hermitian matrix - 2.	2
Wy10	Spectral theorem.	2
Wy11	Covariance – 1	2
Wy12	Covariance – 2	2
Wy13	Principal component analysis (PCA)	2
Wy14	Principal component analysis (PCA)	2
Wy15	Singular value decomposition (SVD)	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Linear algebra	7
Ćw2	Covariance	2
Ćw3	PCA data analysis	4
Ćw4	SVD	2

	Suma godzin	15
--	-------------	----

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Matrix operations	7
La2	Programming PCA and SVD	8
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Lecture using board and/or computer presentations. N2. Solving exercises with students. N3. Programming tasks.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02	test
F2	PEU_U03	Solutions of programming tasks
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Gilbert Strang, Linear Algebra and Its Applications, Cengage Learning, 2005 [2] S.J. Leon. Linear Algebra with Applications. New Jersey: Prentice Hall, 1998. [3] S. Ghahramani. Fundamentals of Probability. Pearson Prentice Hall, 2005.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] A. Mostowski, M. Stark, Algebra liniowa, PWN, Warszawa 1977 (optional, for Polish speaking students) .</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Michał Morayne, michal.morayne@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Algorytmy Big Data	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Big Data Algorithms	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I/ II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30	30	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50	50	0	0
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2	2	2	0	0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2	2	0	0
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1	1	0	0

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Basic knowledge of mathematical analysis, linear algebra and programming

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Understanding MapReduce concept
- C2 Understanding basic tools of Big Data
- C3 Understanding fundamentals of Spark programming

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – knows the MapReduce paradigm

PEK_W02 – knows the notion of Page Rank

PEK_W03 – knows the basic models of random graph and social networks

PEK_W04 – knows algorithms for finding frequent items

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – can apply MapReduce paradigm

PEK_U02 – can use chosen basic tools for Big Data Analysis

PEK_U03 – can use algorithms for finding frequent items

Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
L 1	Basic problems of Big Data	4
L 2	MapReduce model	5
L 3	Link Analysis and Google Page Rank	4
L 4	Advanced recommendation systems	5
L 5	Frequent items	2
L 6	Mining social network graphs	6
L 7	Programming with Spark	4
		30
Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
C 1	Computational complexity	3
C 2	MapReduce model	6
C 3	Random graphs and network models	5
C 4	Tools for recommendation systems	6
C 5	Tools for finding frequent items	6
C 6	Social networks mining	4
		30
Forma zajęć – laboratoria		Liczba godzin
Lab 1	Word – count problem	4
Lab 2	MapReduce with Scala	8
Lab 3	Spark – basic applications	6
Lab 4	Spark – big data transformations	12
		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-W04	Exam
F2	PEK_W01-W04	Solutions of excercises
F3	PEK_U01-U03	Solutions of programming tasks
P = (F1 + F2 + F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Leskovec, A. Rajaraman, J. D. Ullman, *Mining of Massive Datasets*, 3rd edition, online, 2016
- [2] Tyler Akidau, Slava Chernyak, Reuven Lax, *Streaming Systems. The What, Where, When, and How of Large-Scale Data Processing*, O'Reilly Media, July 2018

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Martin Odersky, *Programming in Scala*, Artima Press, 2016
- [2] Misra, J., Gries, David, *Finding repeated elements*, *Science of Computer Programming*. 2 (2): 143–152.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ W11 / K64W11D11	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Układy Złożone	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Complex Systems	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I / II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	1		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Skills in computer programming and Monte Carlo simulations
2. Knowledge and skills in statistical physics
3. Knowledge and skills in probability theory

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Becoming familiar with the concept of complex systems and relations between different approaches used for complex systems
- C2 Acquiring knowledge and skills that allow to design, develop, verify and validate models of complex systems
- C3 Acquiring skills to work in the team on the interdisciplinary projects and to present the results of the work to the broad interdisciplinary audience.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – acquiring knowledge related to concept of complex systems and relations between different approaches used for complex systems

PEK_W02 – acquiring knowledge necessary to design, develop, verify and validate models of complex systems

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – acquiring skills necessary to design, develop, verify and validate models of complex systems

PEU_U02 – acquiring skills to work in the team on the interdisciplinary projects and to present the results of the work to the broad interdisciplinary audience

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 – developing skills to critically analyze information related to complex systems from different sources

PEK_K02 - developing skills to analyze the degree of complexity of the examined issue, to divide the task into stages and to implement a project

PEK_K03 - developing skills in social interactions: team work, communication with the society and knowledge transfer

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction: What Is a Complex System? Real-life empirical examples and models.	2
Wy2	Power-laws in complex systems: Zipf analysis of data in literature, music, urban planning, economy, etc., self-organized criticality.	2
Wy3	Cellular automata: Wolfram's one-dimensional system and universality classes, toy models (e.g. Game of life, Langton's ant) and real-life applications (e.g. modeling traffic jams, etc.).	4
Wy4	Percolation as a simple model of complexity and criticality – Monte Carlo simulations and analytical methods (exact solution on the Bethe lattice, the mean-field and the renormalization group approaches).	4
Wy5	Introduction to complex networks – empirical data, basic measures and theoretical models.	4
Wy6	Spreading phenomena on networks – from virus to opinion.	4
Wy7	Agent-based vs analytical model. Advantages and disadvantages of both approaches.	4
Wy8	Tips for building and analyzing model, including a role of: averaging (time vs. ensemble average), initial conditions (ordered vs disordered), updating schemes (synchronous vs. sequential) and the type of approach (quenched vs. annealed).	2
Wy9	Agent-based modeling in biology, social science and economy- theory and applications.	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Implementation and visualization of a chosen agent-based model such as the Schelling model of spatial segregation in cities, Reynolds boids, etc.	4
La2	Zipf analysis of selected texts	2
La3	Implementation of the selected cellular automata such as the Wolfram's one dimensional system, Game of Life, Langton Ant, etc.	4
La4	Monte Carlo simulations of the percolation model – clusters, paths and criticality	4
La5	Acquiring empirical data from the internet and representing them in a form of a network	2
La6	Calculating basic properties of complex networks, including: degree distribution, average degree, shortest path, average path length, clustering coefficients, degree correlations, robustness	4
La7	Implementing basic contact processes on graphs	4
La8	Designing, developing, verifying and validating models – the team project	6
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. lecture with multimedia presentation N2. team project N3. discussions, student's presentations N4. written reports N5. computer laboratory – programming in C++, Python, Julia or other programming language N6. digital resources N7. consultations</p>

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEU_U0, PEU_U02, PEK_K01- PEK_K03	discussions, progress check in computer lab
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEU_U0, PEU_U02, PEK_K01-	final presentation and written report related to the team project

	PEK_K03	
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Ladyman, K. Wiesner, What Is a Complex System?, Yale University Press (2020)
- [2] S. Thurner, R. Hanel, and P. Klimek, Introduction to the Theory of Complex Systems, Oxford University Press (2018)
- [3] A. L. Barabási, Network Science, Cambridge University Press (2016)
- [4] M. Newman, Networks: An Introduction, Oxford University Press (2010)
- [5] J. H. Miller, S. E. Page, Complex Adaptive Systems, Princeton University Press (2007)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [6] T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc. (2006)
- [7] N. R. Moloney, K. Christensen, Complexity and Criticality, Imperial College Press (2005)
- [8] I. Białynicki-Birula, I. Białynicka-Birula, Modeling Reality, Oxford University Press (2004)
- [9] Stephen Wolfram, A New Kind of Science, Wolfram Media (2002)
- [10] P. Bak, How Nature Works, Springer (1996)
- [11] Original articles

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Katarzyna Weron (katarzyna.weron@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim ...Bazy danych i systemy informacyjne	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim ...Databases and information management	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...Big Data Analytics.....	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I/ II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	40		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Knowing the basics of at least one programming language
2. Knowing the basics of Set Theory and set operations

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Showing the value of information and gains of a proper information processing
 C2 Showing the practical side of the storing data, data processing and analysis
 C3 Pointing out the main differences between relational and non-relational databases

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Knows the syntax of selected SQL and NoSQL dialect

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Is able to design and implement a database system

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Is aware of the importance of data, its processing and preserving its privacy

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction to the methods of information processing, the value of information, recall of set theory basics	2
Wy2	Introduction to SQL and relational data bases	4
Wy3	Triggers, functions, procedures, creation of databases and database users	2
Wy4	Designing database systems	2
Wy5	Security and privacy of the information	2
Wy6	Functional dependencies and database normalization	4
Wy7	Database optimization	2
Wy8	Introduction to non-relational databases	2
Wy9	Distributed databases	2
Wy10	Document-oriented databases	4
Wy11	Graph databases	2
Wy12	One- and multi-dimensional key-value store databases	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Extracting and processing the information using procedural languages	2
La2	Basics of SQL	4
La3	Advanced SQL queries	4
La4	Designing database systems	2
La5	Protecting the integrity and security of the database	4
La6	Database normalization	2
La7	Basics of non-relational databases	2
La8	Document oriented databases	2
La9	Graph databases	2
La10	Designing and implementing database system for large number of users	6
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Lecture
- N2. Individual problem solving
- N3. Group projects
- N4. Conversation, posing practical problems by the students and joined solving

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	Short quizzes
F2	PEK_U01	Laboratory individual assignments
F3	PEK_W01 PEK_U01	Group project

$P=30\%F1+30\%F2+40\%F3$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J.D. Ullman, J. Widom A First Course in Database Systems.
- [2] J.D. Ullman, Principles of Database Systems.
- [3] G. Harrison, Next Generation Databases: NoSQL and Big Data.
- [4] E. Redmont, Seven Databases in Seven Weeks: A Guide to Modern Databases and the NoSQL Movement
- [5] A. Petrov, Database Internals: A deep-dive into how distributed data systems work
- [6] M.J. Hernandez Database Design For Mere Mortals A Hand-on Guide to Relational Database Design.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] H. Garcia-Molina, J.D. Ullman, J. Widom, Database Systems The Complete Book
- [2] D. Sullivan, NoSQL for Mere Mortals.
- [3] T. Hills, NoSQL and SQL Data Modeling: Bringing Together Data, Semantics, and Software.
- [4] S Chellappan, D. Ganesan, MongoDB Security.
- [5] C. Dwork, A. Roth, The Algorithmic Foundations of Differential Privacy.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Piotr Syga piotr.syga@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ ...W11... / STUDIUM.....-.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim ...Równania różniczkowe: zastosowania fizyczne.	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim ...Differential Equations: Physical Applications.	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): .....Big Data Analytics.....	
Specjalność (jeśli dotyczy):-.....	
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	40			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
Knowledge of mathematical analysis and general physics on the level of first-degree studies in technical sciences

CELE PRZEDMIOTU
C1 Extending knowledge on the methods of solving ordinary differential equations (ODEs) and partial differential equations (PDEs) of basic types
C2 Become familiar with elementary concepts in analyzing stability of dynamical systems
C3 Gaining basic knowledge on the oscillatory and wave solutions of the generic types of nonlinear differential equations and on their applications to complex systems

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – becoming aware of methods of modeling and analysis of complex dynamical systems

PEU_W02 – becoming aware of methods of reducing phase-space dimensionality

PEU_W03 – becoming aware of specific applications of the differential equations to modeling and studying complex systems

PEU_W04 – taking knowledge on the economic-growth modeling

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – developing skills in terms of modeling dynamical systems including the application and modification of existing models

PEU_U02 – developing skills in refereeing results of own student calculations

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – developing skills in terms of the assessment of the degree of complexity of dynamical problems

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Basic types of ODEs: an overview (separable in variables, exact, homogeneous, linear, and Bernoulli ODEs). Green functions and Laplace transforms.	4
Wy2	Systems of linear ODEs with constant coefficients; fundamental matrices, applications	2
Wy3	Lyapunov-stability of the systems of the first-order ODEs. Critical points of the autonomous systems	2
Wy4	Second-order ODEs reducible to systems of first-order ODEs, elements of the variational calculus and reduction of the Lagrange equations to the Hamilton equations. Phase-portrait analysis	4
Wy5	Nonlinear-oscillations example: Duffing oscillator (stability points and bifurcations, oscillator without driving – exact solution, case of weak periodic driving – perturbative solution, nonlinear resonance, phase portraits, transition to chaos)	2
Wy6	Lotka-Volterra competitive models (Bernoulli equation as a prototype model of population dynamics, two-species predator-prey model and its analytical trajectories, exact periodic solutions in terms of elliptic functions, stability points, applications to kinetics of chemical processes and epidemic modeling, May extension of the predator-prey model)	3
Wy7	Solow's differential model of the macroeconomic growth	2
Wy8	Basic types of linear PDEs in 1D, 2D and basic specific solutions: an overview (wave equation, Fick's laws and diffusion equation,	4

	Schrodinger equation, Poisson equation). Methods of variable separation, potentials, and Green functions. Euler-Lotka model of the population dynamics.	
Wy9	A solitary-wave equation; nonlinear Schrodinger equation (conservation laws, soliton solutions via “direct” Hirota method, bright-soliton collisions; solution-asymptotics analysis, application; optical fibers, defocusing nonlinear Schrodinger equation and dark solitons)	4
Wy10	Stationary and time-dependent Ginzburg-Landau equation (the genesis; phase transitions of the first kind, phase stability and bifurcations, domain-wall solutions, field-driven domain-wall motion, propagating-phase-front solutions)	3
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Solving simple differential problems	3
Ćw2	Solving systems of linear ODEs	2
Ćw3	Investigating stability and finding first integrals of systems of ODEs	2
Ćw4	Solving second-order ODEs and/or analyzing the solution stability.	3
Ćw5	Solving linear PDEs using the potential and Green-function methods	3
Ćw6	Test	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Lecture using board and/or computer presentations
N2. Solving exercises with students
N3. Consultations

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-W04	Final exam
F2	PEK_U01-U02, PEK_K01	Test
P=0.25 F1+0.75 F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] WA Adkins, MG Davidson, Ordinary Differential Equations, Springer 2012
- [2] N Hritonenko, Y Yatsenko, Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment, Springer 2013
- [3] DG Duffy, Green Functions with Applications, CRC Press 2016

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] JR Taylor, Classical Mechanics, Univ. Science Books 2005
- [2] JMT Thompson, HB Steward, Nonlinear dynamics and chaos, Willey 2002
- [3] R Hirota, Bilinearization of soliton equations, Journal of the Physical Society of Japan 51 (1982) 323
- [4] J Lajzerowicz, JJ Niez, Phase transition in a domain wall, J. Physique Lett. 40 (1979) 165
- [5] K Nozaki, N Bekki, Exact solutions of the generalized Ginzburg-Landau equation, Journal of the Physical Society of Japan 53 (1984) 1581

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Andrzej Janutka, andrzej.janutka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ W11 / K64W11D11	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Seminarium dyplomowe 1	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Diploma Seminar 1	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I / II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					25
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Basic skills in English language.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Developing basic skills in oral presentation of the scientific results
 C2 Developing basic skills in the scientific discussion

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Gaining a broad general knowledge concerning conference presentations

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – Developing basic skills in oral presentation of the scientific results and in the scientific discussion

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – Developing basic skills to critically analyze information from different sources

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
sem1	Presentation of scientific results: tips and tricks of the trade	2
sem 2-15	Students' presentations on subjects loosely related to science	13
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Oral, enriched with a visual, presentation

N2. Discussions

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 PEK_K01	crediting with grade the presentation
F2	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01	crediting with grade the activity during the scientific discussions
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">[1] Original articles[2] Jean-Philippe Dionne, Presentation Skills for Scientists and Engineers, Springer Nature Switzerland (2021)[3] E. Zanders, L. MacLeod, Presentation Skills for Scientists. A Practical Guide. Second Edition, Cambridge University Press (2018)[4] M. Alley, The Craft of Scientific Presentations: Critical Steps to Succeed and Critical Errors to Avoid, Springer-Verlag New York (2013) |
|--|

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

prof. dr hab. Antoni C. Mitus (antoni.mitus@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ W11 / K64W11D11

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Seminarium dyplomowe 2**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Diploma Seminar 2**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Big Data Analytics**Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie*~~, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ ***Kod przedmiotu****Grupa kursów** **TAK** / **NIE***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Basic skills in oral presentation of the scientific results.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Developing skills in oral presentation of the scientific results and in the scientific discussion

C2 Gaining a broad general knowledge in current subjects related to Big Data

C3 Preparation to the diploma exam

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Gaining a broad general knowledge in current subjects related to Big Data

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – Developing skills in oral presentation of the scientific results and in the scientific discussion

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – Developing skills to critically analyze information related to the Big Data from different sources

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
sem1	Introduction: Rules and Tips for the master presentation	2
sem 2-15	Students' presentations on subjects related to their master's theses.	28
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Oral, enriched with a visual, presentation

N2. discussions

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 PEK_K01	crediting with grade the presentation
F2	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01	crediting with grade the activity during the scientific discussions
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Original articles
- [2] Jean-Philippe Dionne, Presentation Skills for Scientists and Engineers, Springer Nature Switzerland (2021)
- [3] M. Carter, Designing Science Presentations: A Visual Guide to Figures, Papers, Slides, Posters, and More, Academic Press (2021)
- [4] E. Zanders, L. MacLeod, Presentation Skills for Scientists. A Practical Guide. Second Edition, Cambridge University Press (2018)
- [5] M. Alley, The Craft of Scientific Presentations: Critical Steps to Succeed and Critical Errors to Avoid, Springer-Verlag New York (2013)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] C. Gallo, Talk Like TED, Palgrave MacMillan (2014)
- [2] S. Berkun, Confessions of a Public Speaker, O'Reilly Media (2009)
- [3] N. Duarte, Slide:ology, The Art And Science Of Creating Great Presentations, O'Reilly Media (2008)
- [4] G. Reynolds, Presentation Zen: Simple Ideas on Presentation Design and Delivery, New Riders (2008)

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Katarzyna Weron (katarzyna.weron@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Elementy teorii równań różniczkowych	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Elements of differential equations	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	40			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Mathematical analysis (I level studies)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Becoming familiar with basic methods of solving chosen ordinary and partial differential equations
- C2 Practical mastering basic methods of solving chosen ordinary and partial differential equations

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 - is familiar with chosen analytical methods of solving first and second order ordinary differential equations

PEU_W02 - is familiar with chosen analytical methods of solving partial differential equations (first order and mathematical physics)

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – can solve typical first and second-order ordinary differential equations

PEU_U02 – can use the method of separation of variables for solving partial differential equations

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - understands the need for improving one's skills all the time; understands the need for learning by one's own as well as in the group

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ordinary differential equations (ODE): examples and basic notions	1
Wy2	I order ODEs: separable-variable, homogeneous, linear	2
Wy3	I order ODEs: Bernoulli, exact and inexact (integrating factor)	2
Wy4	II order ODEs: examples and basic notions	1
Wy5	II order ODEs: linear with constant coefficients, inhomogeneous (method of variation of constants, method of undetermined coefficients)	4
Wy6	Systems of I order linear ODEs: homogeneous, with constant coefficients	2
Wy7	Systems of inhomogeneous I order ODEs: method of variation of constants.	2
Wy8	Stability of fixed points for autonomous systems	2
Wy9	Laplace transform method	2
Wy10	Solving ODE using symbolic algebra systems (<i>Maple, Mathematica</i>)	2
Wy11	Partial differential equations (PDE): examples and basic notions	1
Wy12	I order PDE: method of characteristics	2
Wy13	Diffusion-type problems: separation of variables, Fourier transform method	3
Wy14	Hyperbolic-type problems: one-dimensional wave equation, d'Alembert solution, separation of variables	2
Wy15	Elliptic-type problems: separation of variables	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Solving I order ODEs	2
Ćw2	Solving II order ODEs	2
Ćw3	Solving systems of I order linear ODEs	2
Ćw4	Solving ODEs using symbolic algebra systems (<i>Maple, Mathematica</i>)	2
Ćw5	Solving I order PDEs	2

Ćw6	II order PDEs: separation of variables	4
Ćw7	Final test	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Lecture using board and/or computer presentations
 N2. Solving exercises with students
 N3. Consultations

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02	oral tests, discussions, progress check (classes -solving problems)
F2	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	exam
P= (F1+2 F2)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] WA Adkins, MG Davidson, *Ordinary Differential Equations*, Springer 2012
- [2] N Hritonenko, Y Yatsenko, *Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment*, Springer 2013
- [3] K.F. Riley, M.P. Hobson, S.J. Bence, *Mathematical Methods for Physics and Engineering*, Cambridge, 2006
- [4] S.F. Farlow, *Partial Differential Equations for Scientists and Engineers* (Wiley, 1982)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Gewert, Z. Skoczylas, *Równania różniczkowe zwyczajne*, GiS, Wrocław 2016 (in polish)
- [2] F. Leja, *Rachunek różniczkowy i całkowy (ze wstępem do równań różniczkowych)*, PWN, Warszawa, 2021 (in polish)
- [3] N.M Matwiejew, *Metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych*, PWN, 1972 (in polish)

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. Antoni C. Mituś

antoni.mitus@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Elementy Rachunku Prawdopodobieństwa
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Elements of Probability Theory
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Big Data Analytics
Specjalność (jeśli dotyczy):	.....
Poziom i forma studiów:	I/ II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna/ niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30	0	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	80	45	0	0	0
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2	0	0	0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2	0	0	0
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2	1	0	0	0

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Basic knowledge of mathematical analysis

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Understanding the concept of probabilistic space and random variables
- C2 Understanding the fundamentals of Bayesian reasoning
- C3 Understanding the concept of Markov chains and probabilistic counters

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – knows the notion of independence

PEK_W02 – knows the notion of Bayesian network

PEK_W03 – knows the notion of entropy

PEK_W04 – knows the concept of Markov chain

PEK_W05 – knows the notion of probabilistic counter

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – can build a simple Bayesian network

PEK_U02 – can model and investigate Markov

Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
L 1	Notion of probabilistic space	4
L 2	Events, independence, Bayes' rules	6
L 3	Random variables, expectation, variance, higher moments	6
L 4	Bayes theorem and Bayesian networks [4h]	5
L 5	Basic probabilistic counters	5
L 6	HyperLogLog and other counters used in Big Data	4
L 7	Entropy of discrete random variable	2
L 8	Basic continuous distribution and basic limit theorems	5
L 9	Markov chains	6
L 10	Hidden Markov chains	2
		45
Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
C 1	Elementary discrete probabilistic spaces	6
C 2	Independence, Bayes' rule	4
C 3	Random variables and moments	4
C 4	Bayesian networks	4
C 5	Markov chains	6
C 6	Sums of random variables	6
Total hours		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
---	-----------------------------	---

– podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEK_W01-W05	Exam
F2	PEK_U01-U02	Test
P = (F1 + F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] David F. Anderson, Timo Seppäläinen, Benedek Valkó, Introduction to Probability, Cambridge University Press, 2017
- [2] Sheldon Ross, A First Course in Probability, Pearson Education, 2019

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Billingsley, P. (1995), Probability and measure, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley & Sons Inc., New York, third edition
- [2] Timo Koski, John Noble, Bayesian Networks: An Introduction, Wiley, 2009, Wiley Series in Probability and Statistics

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ W11 / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Kwantowa Fizyka Statystyczna	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Quantum Statistical Physics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I-II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Quantum Mechanics
2. Basic statistical physics

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Student learns basic concepts concerning equilibrium properties of quantum many-body systems, including main tight-binding models.
- C2. Student learns the basic numerical methods used for quantum many-body systems.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01: Student knows the basic concepts of the equilibrium statistical physics

PEU_W02: Student knows the basic microscopic models used in modern statistical physics and solid state physics

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01: Student is able to carry out simple analytical calculations concerning quantum many-body systems

PEU_U02: Student is able to carry out basic numerical calculations concerning quantum many-body systems under equilibrium

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01: Student is able to critically evaluate her/his knowledge and skills of solving original scientific problems

PEU_K02: Student understands the importance of following recent scientific literature

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład

Wy1	Introduction: Ergodicity of classical systems, Liouville's theorem, Gibbs ensembles for classical and quantum systems.	4
Wy2	Eigenstate Thermalization Hypothesis	2
Wy3	Fock space, creation and annihilation operators	4
Wy4	Fermi-Dirac and Bose-Einstein distribution functions derived from commutation relations for creation and annihilation operators	2
Wy5	Spin operators and their representation in terms of fermion creation and annihilation operators, Holstein-Primakoff transformation,	4
Wy6	Selected tight-binding models (Ising, Heisenberg, Hubbard)	2
Wy7	Spontaneous symmetry breaking within mean-field approaches	2
Wy8	Magnons in the Heisenberg model, a general concept of quasiparticles	2
Wy9	Linear response theory and retarded thermodynamic Green's functions	2

Wy10	Basic properties of thermodynamic Green's functions – spectral function, local density of states	2
Wy11	Superconductivity and Superfluidity	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Building Hamiltonian matrix of the Heisenberg chain	6
La2	Building Hamiltonian matrix of the Hubbard chain	6
La3	Exact diagonalization of the (perturbed) Heisenberg chain and the level statistics	6
La4	Lanczos algorithm	6
La5	Calculating selected susceptibilities for the Heisenberg and Hubbard models	6
...		
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Blackboard lecture N2. Computer lab

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	crediting with grade
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01 PEU_K02	crediting with grade

$$P=(F1+F2)/2$$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Kerson Huang, <i>Introduction to Statistical Physics</i> [2] L. Landau, E. Lifshitz, <i>Statistical Physics (part 1 & 2)</i> [3] G.D. Mahan, <i>Many-Particle Physics</i>
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Marcin Mierzejewski, marcin.mierzejewski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim ... Nauczanie maszynowe – Wprowadzenie	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim ... Machine Learning – Introduction	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ... Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	95			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Calculus
2. Linear algebra, mathematical analysis: vectors and matrices, derivatives, integrals
3. Probability and statistics
4. Programming skills in Python

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Develop an appreciation for what is involved in learning models from data
- C2 Understand a wide variety of learning algorithms
- C3 Understand how to evaluate models generated from data
- C4 Apply the algorithms to real problems, optimize the models learned and report on the expected accuracy

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Understanding of the concept of learning in computer and science

PEU_W02 Understanding of the supervised, unsupervised, and reinforcement learning

PEU_W03 Understanding of the training, testing, and validation phases of learning algorithms

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Design and evaluate machine learning algorithms

PEU_U02 Experiment with machine learning models for simulation and analysis

PEU_U03 Evaluate and interpret the outcome of learning on given problems and compare the outcome for different algorithms

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Understanding of the need to undertake lifelong learning

PEU_K02 The ability to work professionally as a member of multi-disciplinary teams

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction to Machine Learning	2
Wy2	Artificial neurons, classification and regression	8
Wy3	Support Vector Machines	6
Wy4	Kernelization	4
Wy5	Ridge Regression	2
Wy6	Clustering Methods	2
Wy7	Dimensionality reduction	4
Wy8	Deep Neural Networks	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Computing environment for machine learning	2
Ćw2	Artificial neurons, classification and regression	6
Ćw3	Support Vector Machines	6
Ćw4	Kernelization	4
Ćw5	Ridge Regression	2
Ćw6	Clustering Methods	2
Ćw7	Dimensionality reduction	4
Ćw8	Deep Neural Networks	2
Ćw9	Final test	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Computer presentation, projector, screen, presenter
- N2. Jupyter computational environment
- N3. Editors and compilers

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Final test
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Graded assignments, projects, final test
P = (F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] T. Mitchell, “*Machine Learning*”, McGraw Hill (1997)
- [2] S. Rogers, M. Girolami, “*A first course in Machine Learning*”, CRC Press (2011)
- [3] Y. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail, H-T Lin, “*Learning from Data*”, AMLBook (2012)
- [4] Charu C. Aggarwal “*Neural Networks and Deep Learning. A Textbook*”, Springer (2018)
(<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-94463-0>)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, “*Deep Learning*”, MIT Press (2016)
(<https://www.deeplearningbook.org/>)
- [2] Aurélien Géron, “*Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*”, O'Reilly (2019)
- [3] François Chollet, “*Deep Learning with Python*”, Manning Publications (2017)

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Maciej Maśka, maciej.maska@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PPT	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Machine Learning – applications	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Machine Learning – applications	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	45			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	x				
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Knowledge of basic algebra and mathematical analysis (calculus).
2. Knowledge of basic mathematical statistics.
3. Knowledge of at least one modern programming language: Python, c++
4. familiarity with modern computer architecture: understanding of concepts such as RAM, CPU, GPU.
5. Willingness to gain knowledge in a strongly interdisciplinary (thus difficult to master) area of artificial intelligence.

CELE PRZEDMIOTU

1. Familiarize the student with traditional machine learning techniques, supervised and unsupervised.
2. Introduce currently developed deep learning algorithms.

3. Indicate the enormous potential of applications of these methods in science and technology.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Relating to knowledge:

- PEU_W01 Has a cross-sectional knowledge of contemporary machine learning techniques, especially deep learning.
- PEU_W02 Is able to well define a data analysis problem (e.g. regression/classification or clustering/segmentation) and to select an appropriate method/model.

Relating to skills:

- PEU_U01 Has basic knowledge of applied machine learning and deep learning libraries/frameworks.

Relating to social competences:

- PEU_K01 Is aware of the potential applications of machine learning techniques in science and technology

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Fundamentals of machine learning: definition, types of learning, bias and variance, application areas, and limitations.	2
Wy2	Classifiers, traditional methods: SVM, decision trees, bagging and boosting techniques.	2
Wy3	Dimensionality reduction and clustering.	2
Wy4	Deep neural networks: backpropagation, activation functions, regularization.	2
Wy5	Convolutional neural networks: definition, contemporary architectures, applications.	4
Wy6	Fundamentals of image processing (classical methods), feature vectors.	2
Wy7	Image recognition using deep networks, detection, segmentation, data augmentation.	2
Wy8	Recurrent neural networks and their applications, attention mechanism. Natural language processing	4
Wy9	Encoder-decoder and generative models. Reality gap and domain adaptation techniques.	3
Wy10	Examples of advanced architectures: Siamese networks, graph networks.	2
Wy11	Minipresentations	5
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia	Liczba godzin
--------------------------------	----------------------

Ćw1	Popular databases in machine learning (ML). Software repositories. Frameworks: scikit, Pytorch. Building a simple classifier based on traditional methods.	6
Ćw2	Comparison of simple neural network architectures: perceptron, deep networks, convolutional networks.	6
Ćw3	Signal processing, feature vectors, construction of an ECG or EEG signal analyzer.	6
Ćw4	Familiarization with generative models. Model implementation for style transfer between images.	6
Cw5	Selected applications of ML models: object detection, face recognition, speech recognition/analysis, or others.	6
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Lecture using multimedia tools

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	colloquium
F2	PEU_W02	mini-presentation for the developed topic
F3	PEU_U01	reports for 3 selected projects
$P = (F1+F2+2*F3)/4$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Ian Goodfellow et al., Deep learning, Cambridge: MIT Press, Cambridge 2016.
- [2] Christopher M. Bishop, Pattern recognition and machine learning, Springer, 2006.
- [3] Charu C. Aggarwal, Neural networks and deep learning, Springer, 2018.
- [4] Michael Nielsen, Neural Networks and Deep Learning, available online only:
<http://neuralnetworksanddeeplearning.com>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html (online)
- [2] <https://stanford.edu/~shervine/teaching/> (online resource)

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Jarosław Pawłowski, jaroslaw.pawlowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Elementy dynamiki nieliniowej	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Elements of nonlinear dynamics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		25		
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Knowledge of mathematical analysis and general physics on the level of first-degree studies in technical sciences

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Becoming familiar with basic concepts of nonlinear dynamics: flows, fixed points, linear stability analysis, phase portraits, limit cycles, bifurcations, chaos, strange attractors, Lyapunov exponent.
- C2. Becoming familiar with important equations leading to nonlinear behavior
- C3. Becoming familiar with modeling of nonlinear phenomena with Computer Algebra System *Maple*.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 - to acquire knowledge related to basic concepts of nonlinear dynamics

PEU_W02 - to acquire knowledge related to construction of models of nonlinear dynamics

PEU_W03 - become familiar with important models leading to nonlinear dynamical behavior

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - developing basic skills to model nonlinear dynamics phenomena with *Maple*

PEU_U02 - developing skills to use existing *Maple* worksheets to analyze nonlinear effects in physical, chemical and biological systems

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - developing skills to critically analyze information related to nonlinear dynamics

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Nonlinear systems – an overview (models and diagnostics tools)	1
Wy2	Phase plane portraits: autonomous system of first-order ODE's, examples of fixed points	2
Wy3	Phase plane analysis: Simple fixe points and their classification. Geometric interpretation. Higher order fixed points	4
Wy4	Lorenz's model	3
Wy5	The period-doubling route to chaos: Duffing's equation	1
Wy6	One-dimensional maps and Liapunov exponent	1
Wy7	Approximate analytic methods for nonlinear harmonic oscillators (Poisson's and Lindstedt's perturbation methods)	2
Wy8	Final test	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	First steps with <i>Maple</i> : equations, plotting, elements of linear algebra, basic mathematical analysis, ordinary differential equations	3
La2	Phase-plane portraits and analysis (stationary points, "famous phaseportraits)	3
La3	Linear and nonlinear oscillators	3
La4	Deterministic chaos and Poincare section	2
La5	Logistic map	2
La6	Reconstructing an attractor	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Traditional lecture – computer presentation
- N2. Computer laboratory – PC computer with Computer Algebra System *Maple*
- N3. Digital resources
- N4. Consultations

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-W03	oral tests, discussions, progress check in computer lab
F2	PEU_U01-U02, PEU_K01	crediting with grade (lecture), crediting with grade (computer lab)
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A.C. Mitus, Nonlinear Dynamics – Lecture Notes (teaching materials for BDA students).
- [2] A.C. Mitus, Nonlinear Dynamics - Computer Lab Projects (teaching materials for BDA students).
- [3] S.H. Strogatz, *Nonlinear Dynamics and Chaos*, Perseus Books, 1994.
- [4] R.H. Enns, G.C. McGuire, *Nonlinear Physics with Maple for Scientists and Engineers*, Birkhauser, 2000.
- [5] A.C. Mitus, R. Orlik, G. Pawlik, *Wstęp do pakietu algebry komputerowej Maple*, Polkowice, 2010 (in polish)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [6] R.H. Enns, G.C. McGuire, *Computer Algebra Recipes. An Advanced Guide to Scientific Modeling*, Birkhauser, 2007.
- [7] R.H. Enns, *Computer Algebra Recipes for Mathematical Physics*, Birkhauser, 2005.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. Antoni C. Mituś antoni.mitus@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim ... Metody numeryczne w fizyce	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim ... Numerical Methods in Physics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ... Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	45			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Calculus
2. Mathematical analysis: derivatives, integrals, differential equations
3. Linear algebra: vectors and matrices
4. Classical mechanics, in particular Newton's equations
5. Programming skills in arbitrary high-level language

CELE PRZEDMIOTU

C1 Understand the implications of digital number representation and digital arithmetic for computational science and engineering

C2 Develop and implement numerically stable and accurate algorithms for numerical differentiation and integration, finding roots of non-linear equations, solving ordinary and partial differential equations

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Understanding of the fundamental principles of digital computing, including number representation and arithmetic operations

PEU_W02 Understanding of common numerical methods with application to integration, differentiation, differential equations and algebraic equations

PEU_W03 Understanding of accuracy, stability, convergence, and the propagation of errors through complex numerical algorithms

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Capability to apply a range of numerical techniques to solve problems in areas of integration, differentiation, differential equations and algebraic equations

PEU_U02 Capability to write computer code to solve problems numerically

PEU_U03 Capability to choose appropriate algorithms to solve various computational problems from science and engineering and interpret the results

PEU_U04 Capability to perform numerical error and stability analyses

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Understanding of the need to undertake lifelong learning

PEU_K02 The ability to work professionally as a member of multi-disciplinary teams

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Numerical Differentiation and Integration	2
Wy2	Ordinary Differential Equations (ODE) - Initial Value Problem	6
Wy3	Nonlinear Equations and Systems of Nonlinear Equations	4
Wy4	Ordinary Differential Equations – Boundary Value Problem	6
Wy5	Partial Differential Equations (PDE)	6
Wy6	Applications of ODE and PDE – Molecular Dynamics	4
Wy7	Optimization	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Numerical Differentiation and Integration	2
Ćw2	Ordinary Differential Equations (ODE) - Initial Value Problem	6
Ćw3	Nonlinear Equations and Systems of Nonlinear Equations	4
Ćw4	Ordinary Differential Equations – Boundary Value Problem	6
Ćw5	Partial Differential Equations (PDE)	6
Ćw6	Applications of ODE and PDE – Molecular Dynamics	4
Ćw7	Optimization	2

Suma godzin	30
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Computer presentation, projector, screen, presenter
 N2. Jupyter computational environment
 N3. Editors and compilers

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Final test
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04	Graded assignments, projects, final test
P = (F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, “*Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*”, Cambridge University Press (2007)
- [2] John H. Mathews, “*Numerical methods for mathematics, science and engineering*”, Prentice Hall (1994)
- [3] Curtis F. Gerald, Patrick O. Wheatley, “*Applied Numerical Analysis*”, Pearson (2003)
- [4] Anne Greenbaum, Tim P. Chartier, “*Numerical Methods: Design, Analysis, and Computer Implementation of Algorithms*”, Princeton University Press (2012)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] E. Ward Cheney, David R. Kincaid, “*Numerical Mathematics and Computing*”, Cengage Learning (2012)
- [2] Dianne P. O'Leary, “*Scientific Computing with Case Studies*”, Society for Industrial and Applied Mathematics (2009)
- [3] Alex Gezerlis, “*Numerical Methods in Physics with Python*”, Cambridge University Press (2020)

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Maciej Maśka, maciej.maska@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

KARTA PRZEDMIOTUNazwa w języku polskim **Optyka kwantowa**Nazwa w języku angielskim **Quantum Optics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Big Data Analytics**

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu

Grupa kursów **TAK / NIE***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	35	40			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Good knowledge of quantum mechanics
2. Knowledge of mathematical analysis and algebra

CELE PRZEDMIOTU

- C1 To allow the students to learn the formalism of quantum optics
 C2 To acquaint the students with selected applications of quantum optics

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Knows the basic formalism of quantum optics

PEK_W02 Knows the applications of quantum optics in science and technology

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Can apply the formalism of quantum optics to solve simple problems

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 Understands the broad scientific and social importance of the achievements of quantum optics

PEK_K02 Has the attitude of continuous learning

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Quantization of the electromagnetic field	4
Wy2	Coherent and squeezed states	4
Wy3	Phase operators	4
Wy4	Quantum distribution functions	4
Wy5	Quantum coherence functions and interferometry	6
Wy6	Light-matter intreraction: quantum description	6
Wy7	Evaluation	2
Total hrs		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Semiclassical description of light-matter interaction: two-level atom driven by classical light	4
Ćw2	Quantization of the electromagnetic field	4
Ćw3	Coherent and squeezed states	4
Ćw4	Phase operators	4
Ćw5	Quantum distribution functions	4
Ćw6	Quantum coherence functions and interferometry	4
Ćw7	Light-matter intreraction: quantum description	4
Ćw8	Optical spectroscopy. Resonance fluorecence	2
Total hrs		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Lecture supported by graphical material/slides

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	U01	Homeworks, activity during classes
P1	U01	Evaluation test
$P = 0.4 * F1 + 0.6 * P1$		

PRIMARY AND SUPPLEMENTARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>
1. M. O. Scully, M. S. Zubairy Quantum Optics (Cambridge 1997)
2. Y. Yamamoto, A. Imamoglu, <i>Mesoscopic Quantum Optics</i>
<u>SUPPLEMENTARY LITERATURE:</u>
Stanisław Kryszewski, Quantum Optics, http://iftia9.univ.gda.pl/~sjk/QO-SK.pdf
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Paweł Machnikowski, Pawel.Machnikowski@pwr.wroc.pl

*** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Statystyka praktyczna w Big Data
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Practical statistics for data science
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Big Data Analytics
Specjalność (jeśli dotyczy):	.....
Poziom i forma studiów:	I/ II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	40	30	30	0	0
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2	1	1	0	0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1	1	0	0
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1	0	0	0

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Knowledge of the fundamentals of probability theory and mathematical analysis
2. Knowledge of basic programming

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Understanding principles of statistics
- C2 Understanding fundamentals of statistical modelling
- C3 Understanding fundamentals of testing hypothesis

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – knows principles of statistics

PEK_W02 – knows the basic regression methods

PEK_W03 – knows the basic testing hypothesis methods

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – can apply simple model to the data

PEK_U02 – can write a simple procedure using R language

PEK_U03 – can test typical statistical hypothesis

Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
L 1	R environment	2
L 2	Basic concepts of practical statistics	2
L 3	Distributions and basic statistics	3
L 4	Relationship between variables	3
L 5	Estimation	6
L 6	Hypothesis testing	8
L 7	Regression	6
		30
Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
C 1	Fundamentals of probability theory	2
C 2	Basic statistics	2
C 3	Correlation	2
C 4	Estimation	2
C 5	Hypothesis testing	4
C 6	Regression	3
		15
Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
Lab 1	R environment	2
Lab 2	Basic statistics	3
Lab 3	Estimation	6
Lab 4	Hypothesis testing	6
		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Lecture using board and/or computer presentations

N2. Solving exercises with students

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-W03	Exam
F2	PEK_W01-W03	Solutions of exercises
F3	PEK_U01-U03	Solutions of programming tasks
P = (F1 + F2 + F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Sheldon M. Ross, *Introductory Statistics 3rd edition*, Academic Press, 2010
- [2] Allen B. Downey, *Think Stats 2nd Edition*, O'Reilly, 2014

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [3] Andy Field et al., *Discovering Statistics using R*, Science of Computer Programming, Sage 2012
- [4] Peter C. Bruce and Andrew G. Bruce, *Statistics for Data Scientists 50 Essential Concepts*, O'Reilly, 2017

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Rachunek prawdopodobieństwa	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Probability Theory	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	I/ II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	65			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Basic knowledge of mathematical analysis and basic concepts of probability.
Some familiarity with mathematical methods like proofs, basic operations on sets (unions, intersections, Cartesian products, etc).

CELE PRZEDMIOTU

C1 Providing students with knowledge of Probability Theory.
C2 Providing students with deeper theoretic tools related to Probability Theory enabling them to develop their knowledge in various directions.

--

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Relating to knowledge:

PEK_W01 – knows fundamental facts in topology and measure theory

PEK_W02 – knows measure-theoretic probability theory

Relating to skills:

PEK_U01 – can use probabilistic tools to solve real world problems

PEK_U02 – can read literature in probability theory and study stochastic processes

Relating to social competences:

PEK_K01 – can work in teams sharing his knowledge

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		
Wy1	Metric spaces – basic notions and facts. Product spaces.	3
Wy2	Complete metric spaces, Compact metric spaces.	3
Wy3	Cantor set.	2
Wy4	Continuous mappings on metric spaces.	2
Wy5	Sigma-algebras of sets. Monotone classes. Borel sets in metric spaces	3
Wy6	Measurable spaces. Measurable functions.	3
Wy7	Measure. Finitely additive measure. Measure space.	2
Wy8	Outer measure. Caratheodory’s construction of measure. Metric outer measure. Lebesgue measure.	3
Wy9	Integral.	4
Wy10	Almost everywhere convergence, convergence with respect to measure. Lebesgue convergence theorems.	2
Wy11	Product measures, Fubini’s theorem.	4

Wy12	Probabilistic terminology. Independence. Conditional probability. Total law of probability.	3
Wy13	Random variable. Expected value. Variance. Distribution function. Density function. Laws of probability.	4
Wy14	Characteristic functions	4
Wy15	Central Limit Theorem, Strong Law of Large Numbers.	5
	Suma godzin	45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Solving basic topological problems	8
Ćw2	Solving basic problems in measure theory.	10
Ćw3	Solving basic problems in probability theory.	12
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Lecture at the board/on-line.
N2. Solving problems with students.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, W02	exam
F2	PEU_U01, U02 PEU_K01	Test, solution of exercises
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Billingsley, P, Probability and measure, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley & Sons Inc., New York 1995, third edition

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] David F. Anderson, Timo Seppäläinen, Benedek Valkó, Introduction to Probability, Cambridge University Press, 2017
[2] Jolanta K. Misiewicz, Wykłady z rachunku prawdopodobieństwa z zadaniami, Script, Warszawa 2013 (optional, for Polish speaking students).

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Michał Morayne, michal.morayne@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Programowanie i Klasyfikacja
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Programming and Classification
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Big Data Analytics
Specjalność (jeśli dotyczy):	.....
Poziom i forma studiów:	I / II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	.....
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	40	30	30	0	0
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2	1	1	0	0
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1	1	0	0
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1	0	0	0

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Basic knowledge of mathematical analysis and programming

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Understanding the concept of similarity
- C2 Understanding the k-mean algorithm
- C3 Understanding the concept of hierarchical clustering

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – knows the notion of metric space and similarity

PEK_W02 – knows the notion of sketches

PEK_W03 – knows the k-mean algorithm

PEK_W04 – knows basic hierarchical clustering techniques

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – can write simple programs in Python Language

PEK_U02 – can build sketches of collection of documents

PEK_U03 – can apply basic clustering algorithms

Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
L 1	Introduction to Python programming language	4
L 2	Basic methods of text analysis (TF.IDF)	2
L 3	Notion of metric spaces;	2
L 4	Jaccard Similarity	4
L 5	Locality-Sensitive Hashing for Documents	2
L 6	Sketches and random hyperplanes	4
L 7	The curse of dimensionality	2
L 8	Classification: overview	2
L 9	k-mean Algorithms	4
L 10	Hierarchical clustering	4
		30
Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
C 1	Elements of functional programming	3
C 2	Metric spaces and similarity	2
C 3	Similarity of documents	2
C 4	Pathological properties of highly dimensional spaces	3
C 5	Properties of k-mean algorithm	3
C 6	Hierarchical clustering	2
		15
Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Lab 1	Word count and related problems	4
Lab 2	Implementation of sketches of documents	4
Lab 3	Implementation of k-mean algorithms	3
Lab 4	Hierarchical classification	4
		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Lecture using board and/or computer presentations
N2. Solving exercises with students

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-W04	Exam
F2	PEK_U01-U03	Solutions of programming tasks
P = (F1 + F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Jure Leskovec, Anand Rajaraman, Jeffrey D. Ullman, Mining of Massive Datasets, online, 2016
- [2] Stephen Marsland, Machine Learning: An Algorithmic Perspective, 1st Edition, Chapman and Hall/CRC, 2011
- [3] Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, Data Mining: Concepts and Techniques (3rd ed), Morgan Kaufmann, 2011

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Allen B. Downey, Think Python, Green Tea Press, Needham, Massachusetts, 2015

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski (marek.klonowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ W11 / K64W11D11

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Fizyka Statystyczna Układów Złożonych**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Statistical Physics for Complex Systems**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Big Data Analytics**Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie*~~, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~**Rodzaj przedmiotu:** ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ ***Kod przedmiotu****Grupa kursów** TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	1		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Knowledge of mathematical analysis, algebra and general physics on the level of first-degree studies in technical sciences
2. Skills in computer programming

CELE PRZEDMIOTU

C1 Becoming familiar with basic concepts of macroscopic and microscopic description of large systems composed of interacting objects

C2 Becoming familiar with Monte Carlo simulations in statistical physics

C3 Becoming familiar with basic concepts and methods of the theory of critical phenomena and phase transitions

C4 Becoming familiar with concepts and methods of statistical physics used to model and analyze Complex Systems.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – to acquire knowledge related to basic concepts of thermodynamics and statistical physics

PEK_W02 – to acquire knowledge related to Monte Carlo simulations in statistical physics

PEK_W03 – to acquire knowledge related to concepts and methods of the theory of critical phenomena and phase transitions

PEK_W04 – to acquire knowledge related to concepts and methods of statistical physics used to model and analyze Complex Systems

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – developing skills to model complex systems using statistical mechanics methods

PEU_U02 – developing skills to analyze models of complex systems within Monte Carlo simulations

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – developing skills to critically analyze information related to statistical physics from different sources

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction – the statistical physics for complex systems and big data	2
Wy2	From the microscale to the macroscale: Ehrenfest model, Mark Kac's ring model and H-Boltzmann theorem.	4
Wy3	Entropy in statistical physics and information theory.	4
Wy4	Statistical ensembles – theory and examples.	4
Wy5	The Ising model – Monte Carlo simulations, analytical approach (exact and the mean-field approximation), and interdisciplinary applications.	6
Wy6	Validation of the model – elements of thermodynamics, relation between thermodynamics and statistical physics.	4
Wy7	Elements of the theory of the phase transitions and critical phenomena: Landau theory, critical exponents, universality, scaling.	4
Wy 8	Real-life applications of statistical physics to model and analyze various phenomena (in biology, economy and sociology).	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Pseudo Random Number Generators – comparison and basic tests	4
La2	Simulations the simple microscopic model, such as the Ehrenfest model, Mark Kac's ring model, etc.	4

La3	Calculating the entropy	4
La4	Monte Carlo simulations of the Ising model in one dimension in temperature $T \geq 0$: space-time diagram, the role of initial conditions and the type of updating	4
La5	Monte Carlo simulations of the Ising model in two dimensions – trajectories and the time evolution of the probability density function of magnetization.	4
La6	Monte Carlo simulations of the Ising model in two dimensions – temperature dependence of magnetization, susceptibility, phase transition.	4
La7	Continuous and discontinuous phase transitions in the selected models – simulations and analytical calculations.	6
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. lecture with multimedia presentation
N2. discussions, problems' solutions
N3. computer laboratory – programming in C++, Python, Julia or other programming language
N4. digital resources
N5. consultations
N6. homework

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01- PEK_W04	oral tests, discussions, progress check in computer lab
F2	PEK_W01- PEK_W04, PEU_U01- PEU_U02,	homework with grade
F3	PEU_U01- PEU_U02, PEU_K01	crediting with grade (lecture), crediting with grade (computer lab)
P=(F1+F2+F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. P. Sethna, Statistical Mechanics, Entropy, Order Parameters, and Complexity
- [2] H. Gould, J. Tobochnik, Statistical and Thermal Physics: With Computer Applications, Princeton University Press (2010)
- [3] M. Plischke i B. Bergersen, Equilibrium Statistical Physics, 3rd Edition, Prentice-Hall Inc. (2006)
- [4] D. P. Landau, K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics, 4th Edition, Cambridge University Press (2014)
- [5] M. E. J. Newman, G. T. Barkema, Monte Carlo Methods in Statistical Physics, Clarendon Press, Oxford (2001)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] S. Thurner, R. Hanel, and P. Klimek, Introduction to the Theory of Complex Systems, Oxford University Press (2018)
- [2] T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc. (2006)
- [3] Nicholas R. Moloney, Kim Christensen, Complexity and Criticality, Imperial College Press (2005)
- [4] J. M. Yeomans, Statistical mechanics of phase transitions, Clarendon Press (1992)
- [5] Original articles

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Katarzyna Weron (katarzyna.weron@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim ...Procesy Stochastyczne	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Stochastic Processes	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: I / II stopień / jednolite studia magisterskie* , stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30	0	0	0
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	45			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Mathematical Analysis.
 2. Measure Theory.
 3. Probability Theory.
- (these prerequisites are the content of the course Probability Theory prior to this course)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Providing students with knowledge on stochastic process with emphasis on Markov chains.
- C2 Enabling students to apply stochastic processes in practice.

--

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01

PEU_W02

...

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01

PEU_U02

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01

PEU_K02

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	General notion of stochastic process and filtration – discrete and continuous time.	2
Wy2	Markov chains – definition and basic notions: states, state space, transition probability, “memorylessness”. Transition matrix.	2
Wy3	Classification of states.	2
Wy4	Periodic chains.	2
Wy5	Recurrent and transient states.	2
Wy6	Random walks.	2
Wy7	Stationary distributions for Markov chains. Stationary Markov chains. Ergodic states. Ergodic Markov chains.	2
Wy8	Applications of Markov chains 1.	2
Wy9	Applications of Markov chains 2.	2
Wy10	Markov processes with continuous time.	2
Wy11	Poisson process 1.	2
Wy12	Poisson process 2.	2
Wy13	Birth-and-death process.	2
Wy14	Wiener process (Brownian motion) 1.	2
Wy15	Wiener process 2.	2
	Total hours	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Solving basic problems about Markov chains.	15
Ćw2	Solving basic problems about continuous time Markov processes.	15
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Lecture using board and/or computer presentations.

N2 Solving problems in class.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, W02, PEU_U01, U02 PEU_K01	In-class short test, solutions of problems
F2	PEK_W01, W02, PEU_U01, U02 PEU_K01	In-class short test, solutions of problems
F3	PEK_W01, W02, PEU_U01, U02 PEU_K01	Final test
$P=(F1+F2+F3)/3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] [1] Billingsley, P, Probability and measure, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. John Wiley & Sons Inc., New York 1995, third edition

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] Anzelm Iwanik, Jolanta K. Misiewicz, Wykłady z procesów stochastycznych z zadaniami, Script, Warszawa 2015 (optional, for Polish speaking students).

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Michał Morayne, michal.morayne@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ W11 / K64W11D11

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Obsługa strumieni danych**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Stream programming**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Big Data Analytics**Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie*~~, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~ ***Kod przedmiotu****Grupa kursów** TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Basic knowledge of programming and basic concepts of linear algebra

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Understanding basic techniques of stream programming
- C2 Knowledge of basic parameters of streams of data
- C3 Understanding random sampling

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – knows the notion of stream of data

PEK_W02 – knows the notion of aggregates

PEK_W03 – knows basic counting algorithms

PEK_W04 – knows sampling techniques

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – can build tools for observation of data stream

PEK_U02 – knows how to extract basic properties of a stream

PEK_U03 – can build random samples in on-line regime

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 – can observe basic properties of observed stream of data of data

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction to Scala programming language	6
Wy2	Reactive programming	2
Wy3	Scala and Python libraries for observation of streams	2
Wy4	Basic statistics of stream	4
Wy5	Hash tables and bloom filters	2
Wy6	Majority and Misra-Gries summaries	2
Wy7	Counting Distinct Elements in a Stream	4
Wy8	Estimating Moments	4
Wy9	Counting Ones in a Window	2
Wy10	Random samples from streams	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Introduction to Scala	10
La2	Building tools for observations of streams	4
La3	Bloom filters	4
La4	Heavy hitters	4
La5	Implementation of HyperLogLog	4
La6	Random samples	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Lecture using board and computer presentations

N2. Solving exercises with students

N3. Solving programming tasks

N4. Consultations

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-W04 PEK_K01	Test
F2	PEK_U01-U03	Solutions of programming tasks
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Leskovec, A. Rajaraman, J. D. Ullman, *Mining of Massive Datasets*, book.pdf, 2016
- [2] Tyler Akidau, Slava Chernyak, Reuven Lax, *Streaming Systems. The What, Where, When, and How of Large-Scale Data Processing*, O'Reilly Media, July 2018

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Martin Odersky, *Programming in Scala*, Artima Press, 2016
- [2] Misra, J.; Gries, David, *Finding repeated elements*, *Science of Computer Programming*. 2 (2): 143–152.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. Yaroslav Pavlyuk (yaroslav.pavlyuk @pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Analiza szeregów czasowych	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Time Series Analysis	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	35	40			
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Basic knowledge of programming in Python, machine learning and statistics

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Knowledge of basic analysis of time series data
C2 Knowledge of forecasting and modelling of time series

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 has deeper knowledge of statistical theory and methods particularly common in time series modelling and forecasting

PEU_W02 understands time-dependent seasonal components

PEU_W03 is able to interpret the results of an implemented analysis

PEU_W04 is aware of limitations and possible sources of errors in the analysis

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 can use Python in time series analysis

PEU_U02 can apply auto-regressive and model averaging models

PEU_U03 can forecast time series using Deep Learning methods

PEU_U04 can extract time series' features using Wavelet transform

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 know one's limitations of knowledge and understands need for further development

PEU_K02 can present and discuss problems in the forum

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec 1	Course requirements, Python Pandas Overview	2
Lec 2	Time series visualization	2
Lec 3-4	Forecasting with smoothing models	4
Lec 4-6	ARMA, ARIMA, and SARIMA models	6
Lec 7	Vector autoregression and Granger causality	2
Lec 8	Time series forecasting using Prophet library	2
Lec 9-11	Deep Learning for Time Series Forecasting	6
Lec 12-13	Wavelet analysis in feature extraction	4
Lec14	Time series clustering using k-shape algorithm	2
Lec15	Final test	2
	Total hours	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cl 1	Python Pandas Overview	2
Cl 2	Time series visualization	2
Cl 3	Forecasting with smoothing models	2
Cl 4-5	ARMA model	4
Cl 6-7	ARIMA and SARIMA models	4
Cl 8	Vector autoregression and Granger causality	2

CI 9	Time series forecasting using Prophet library	2
CI 10-11	Deep Learning for Time Series Forecasting	4
CI 12-13	Wavelet analysis in feature extraction	4
CI 14	Time series clustering using k-shape algorithm	2
CI 15	Final project presentation	2
	Total hours	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Lecture using board and/or computer presentations
N2. Exercises reports
N3. E-learning (ePortal PWr)
N4. Unassisted student's work (quizzes)
N5. Consultation during office hours
N6. Final project (chosen topic)
N7. Final test

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Final test
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Lab reports
F3	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Quizzes
F4	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04	Final project
$P = 0.3 * F1 + 0.3 * F2 + 0.1 * F3 + 0.4 * F4$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Hyndman, Rob J., and George Athanasopoulos. Forecasting: principles and practice. OTexts, 2018.
- [2] Nielsen, Aileen. Practical time series analysis: Prediction with statistics and machine learning. O'Reilly Media, 2019.
- [3] Addison, Paul S. The illustrated wavelet transform handbook: introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance. CRC press, 2017.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Taylor, Sean J., and Benjamin Letham. "Forecasting at scale." The American Statistician 72.1 (2018): 37-45.
- [2] Torrence, Christopher, and Gilbert P. Compo. "A practical guide to wavelet analysis." Bulletin of the American Meteorological society 79.1 (1998): 61-78.
- [3] Patel, Ankur A. Hands-on unsupervised learning using Python: how to build applied machine learning solutions from unlabeled data. O'Reilly Media, 2019.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. Mirosław Łątka, miroslaw.lotka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ PPT / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Wykład monograficzny 1	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Monographic Lecture 1	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Big Data Analytics	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna	
Rodzaj przedmiotu: wybieralny	
Kod przedmiotu	
Grupa kursów TAK	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	65			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Programming skills acquired in first semester
2. Mathematical skills (differential equation and probability theory) acquired in first semester
3. Skills in statistical physics

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Presentation of new trends in computer science, physics and mathematics
- C2. Practical mastery of the tools and concepts discussed during the lecture

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 - Getting to know new ideas in computer science, physics and mathematics

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - Student can apply new solutions in computer science, physics and mathematics

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - Understands the need to track new developments in computer science, physics and mathematics

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1- Wy 2	Emerging new concepts in computer science/physics/mathematics: short characterization	4
Wy 3- Wy 5	Ideas and concepts preceding current state of knowledge – historical sketch	6
Wy 6- Wy 8	Presentation of corresponding programming/physical/mathematical tools	6
Wy 9- Wy 12	Detailed presentation of emerging new concepts	8
Wy 13- Wy14	Perspectives for future development based on current emerging concepts	4
Wy 15	Final test	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw 1- Ćw 2	Getting familiar with programming/physics/mathematics tools related to emerging concepts	4
Ćw 3- Ćw 5	Introductory exercises with new programming/physics/mathematics tools	6
Ćw 6- Ćw 9	Solving simple problems related to new emerging concepts	8
Ćw 10 - Ćw 14	Solving challenging problems motivated by new emerging concepts	10
Ćw 15	Final test	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Lecture using board and computer presentations
N2. Solving exercises with students
N3. Solving programming tasks

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_K01	Test
F2	PEK_U01	Solutions of practical tasks
P=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

Detailed list of the literature will be provided during the first lecture. It will cover:

1. Literature review of concepts and ideas preceding current state of knowledge
2. Current papers related to new emerging trends (both traditional and electronic sources)
3. Papers/textbooks written by the lecturer/lecturers

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. Antoni C. Mituś antoni.mitus@pwr.edu.pl