

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА РАЗПИСАНИЕ НА УЧЕБНИТЕ  
ЗАНЯТИЯ****EXAMINING THE QUALITY OF UNIVERSITY CLASSES TIME-TABLE****Asst. Prof. Fatme Rashidova, PhD***Technical University of Gabrovo***Abstract**

*The purpose of this paper is to present the results of the research carried out in the automated preparation of timetabling with and without using of Optimization module. The optimization module is based on an integrated approach methodology for timetabling with a combination of priorities, weighting, and student satisfaction reporting in automated University information system for timetabling.*

**Keywords:** timetabling, optimization, method, information system, automatic, priorities, satisfaction degree, weighting coefficients, an integrated approach methodology.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Направени са изследвания на качеството на разписа на учебните занятия (РУЗ) в Технически университет – Габрово. РУЗ се изготвя с помощта на автоматизирана информационна система (ИС) Разпис с внедрен модул за „Оптимизиране“. Модулът за „Оптимизиране“ се базира на методология за интегриран подход за съставяне на РУЗ с обединение на определяне на приоритети, тегловни коефициенти и отчитане на степента на удовлетвореност на студенти (агенти) при автоматизираното изготвяне на разписанието на учебните занятия (АИРУЗ) [1-4].

Цел на настоящият доклад е представяне на резултати от направените изследвания при автоматизираното изготвяне на РУЗ с и без използване на модул „Оптимизиране“.

**ИЗЛОЖЕНИЕ**

Изследването на качеството на съставения РУЗ е направено на два етапа. Първият етап на изследването е извършено без използване на модул „Оптимизиране“ на ИС Разпис. Вторият етап изследва качеството на съставения РУЗ с използване на модул „Оптимизиране“. Изследването е за период от една година за специалности „Автомати-

ка, информационна и управляваща техника“ (АИУТ), „Техника и технология за опазване на околната среда“ (ТТООС) и „Икономика на търговията“ (ИТ). За всяко разписание се прави оценка на градацията на седемте показателя на качеството, които са определени в методология на интегриран подход за автоматизирано изготвяне на оптимално РУЗ с обединение на определяне на приоритети, тегловни коефициенти на показатели на качество и отчитане на степента на удовлетвореност на агенти [1-4]. Общият брой разписания изготвени за една учебна година е 120 (петнадесет специалности с четири курса на обучение през двете полугодия) и следователно изследването на качеството на съставения РУЗ обхваща двадесет процента от цялото РУЗ.

Основните показатели, по които е направено изследването са:

✓ **Равномерно разпределение на “тежки” и “леки” дисциплини в разписа**

Под равномерно разпределение на **тежки** и **леки** дисциплини в разписа ще се разбира учебни часове за ден, от които 60% са тежки и 40% са леки дисциплини. Определението се базира на осредненото съотношение на тежките дисциплини спрямо всички дисциплини от учебния план на

специалностите в ТУ-Габрово, които се разпределят в РУЗ.

Съотношението на **тежки** дисциплини спрямо всички дисциплини за един учебен ден се определят по формула 1.

$$T_d = \frac{T_{dd}}{V_{dd}} \times 100 \%, \quad (1)$$

Съотношението на **леки** дисциплини спрямо всички дисциплини за един учебен ден се определят по формула 2.

$$L_d = \frac{L_{dd}}{V_{dd}} \times 100 \%, \quad (2)$$

Степента на равномерното разпределение на **тежки** и **леки** дисциплини в съставения РУЗ се определя по формула 3.

$$R = \begin{cases} \frac{T_d - 20}{40} \times 100 \%, & \text{при } T_d \in [20\% + 60\%] \\ \frac{100 - T_d}{40} \times 100 \%, & \text{при } T_d \in [60\% + 100\%] \\ 0 \%, & \text{при } T_d < 20\% \end{cases}, \quad (3)$$

където  $T_{dd}$  – тежки дисциплини на ден;  $V_{dd}$  – всички дисциплини за ден;  $T_d$  - тежки дисциплини в разписа;  $L_d$  – леки дисциплини в разписа.

От направените изчисления следва, че тежките дисциплини са в границите на равномерно разпределение. По отделно за всяка специалност е показано процентното съотношение от реализацията на показателя в разписанието (табл. 1).

Табл. 1. Съотношение на **тежки** и **леки** дисциплини в разписанието без използване на модул „Оптимизиране“

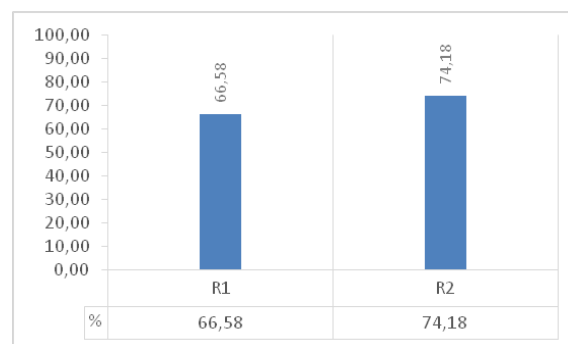
Курс	Полу годие	АИУТ		ТООС		ИТ	
		Td, %	Ld, %	Td, %	Ld, %	Td, %	Ld, %
1	1	56	44	62.4	37.6	64.3	35.7
1	2	57	43	62	38	60	40
2	1	78.4	21.6	58.3	41.7	72	28
2	2	72.5	27.5	57.5	42.5	83	17
3	1	84	16	80	20	86.2	13.8
3	2	85.1	14.9	75	25	70	30
4	1	92	8	66.7	33.3	70.4	29.6
4	2	100	0	85.3	14.7	83	17
Общо		78.1	21.9	68.4	31.6	73.6	26.4

Аналогично са процентите на тежките и леките дисциплини в съставените 24 броя РУЗ с използване на модул „Оптимизиране“. Резултатите за всички разписания са дадени в табл. 2.

Табл. 2. Съотношение на **тежки** и **леки** дисциплини в разписанието с използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ		ТООС		ИТ	
		Td, %	Ld, %	Td, %	Ld, %	Td, %	Ld, %
1	1	58	42	56	44	50	50
1	2	52	48	70	30	50	50
2	1	66	34	64	36	57	43
2	2	68	32	67	33	70	30
3	1	80	20	80	20	70	30
3	2	85	15	70	30	63	37
4	1	80	20	100	0	70	30
4	2	100	0	80	20	80	20
Общо		74	26	73	27	64	36

Съотношението на **тежки** и **леки** дисциплини, съответно без и с използване на модул „Оптимизиране“ е представено на фиг. 1.



Фиг. 1. Съотношение на **тежки** и **леки** дисциплини без и с използване на модул „Оптимизиране“

✓ **Максимално уплътнен график в разписа (Минимум “свободни прозорци”)**

Свободните прозорци са свободни интервали от време между занятията в съставеното РУЗ. Минималната стойност (0) на броя на свободните прозорци определя максимално уплътнен график в РУЗ. Максимална стойност (80) на броя на свободните прозорци определя не уплътнен график в РУЗ. Максималната стойност е еквивалента на максималния възможен брой свободни прозорци в РУЗ и е изчислена на базата на броя на дисциплините, които се разпределят за специалност и курс в РУЗ.

Нивото на максимално уплътнения график се получава по формула 4.

$$R = \frac{80 - S}{80} \times 100 \%, \quad (4)$$

където  $S$  е броят на свободните прозорци в съставения РУЗ.

В таблици 3 и 4 са представени числени стойностите на показателя свободни прозорци.

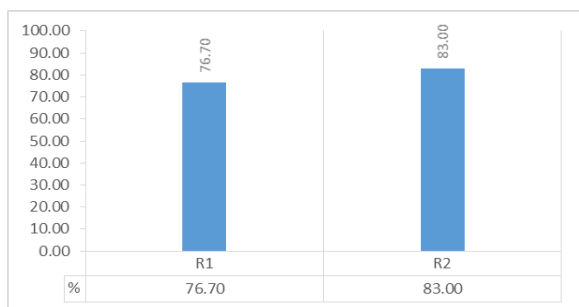
**Табл. 3.** Брой „свободни прозорци“ в РУЗ без използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	2			3
1	2	1			
2	1	1		2	6
2	2		2	1	
3	1	2		1	4
3	2	1			
4	1			2	6
4	2	1	3		
<b>Общо</b>		<b>8</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>19</b>

**Табл. 4.** Брой „свободни прозорци“ в РУЗ с използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1			1	1
1	2				
2	1	1	1		2
2	2				
3	1				
3	2				
4	1				1
4	2	1			
<b>Общо</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Степените на максимално уплътнения график в РУЗ без и с използване на модул „Оптимизиране“ са представени графично на фиг. 2.



**Фиг. 2.** Ниво на максимално уплътнения график в РУЗ без и с използване на модул „Оптимизиране“

### ✓ **Необходимост от обедна почивка**

Показателят характеризира качеството на РУЗ в съответствие с наличието на обедна почивка с продължителност от 1 час през периода от 12 до 15 часа на всеки учебен ден в съставеното РУЗ. Максималната стойност на броя на обедните почивки в РУЗ определя максимално добър и оптимален

показател на РУЗ. Нивото на показателя за един учебен ден се определя от формула 5.

$$Rd = \begin{cases} 100\%, & \text{при наличие на обедна почивка за деня,} \\ \frac{n_1}{n} \times 100\%, & \text{при наличие на обедна почивка за учебни групи} \\ 0\%, & \text{при липса на обедна почивка.} \end{cases} \quad (5)$$

където  $n_1$  – брой групи, за които има наличие на обедна почивка;

$n$  – брой учебни групи в РУЗ.

Резултатите са отчетени и обобщени по специалности, курсове и полугодия в таблици 5 и 6.

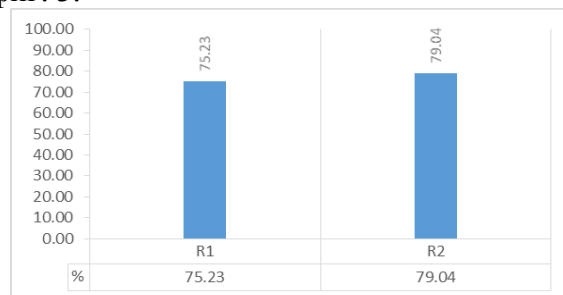
**Табл. 5.** Нива на показателя за необходимост от обедна почивка, без използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	73	80	75	79.67
1	2	60	100	90	
2	1	25	100	80	67.92
2	2	50	62.5	90	
3	1	80	90	40	80
3	2	70	100	100	
4	1	70	100	70	73.33
4	2	60	60	80	
<b>Общо</b>		<b>61</b>	<b>86.56</b>	<b>78.13</b>	<b>75.23</b>

**Табл. 6.** Нива на показателя за необходимост от обедна почивка, с използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	80	80	80	81.67
1	2	50	100	100	
2	1	96	65	90	72.83
2	2	40	75	71	
3	1	80	50	100	77.5
3	2	65	80	90	
4	1	80	50	100	84.17
4	2	75	100	100	
<b>Общо</b>		<b>70.75</b>	<b>75</b>	<b>91.38</b>	<b>79.04</b>

Резултатите са представени графично на фиг. 3.



**Фиг. 3.** Нива на показателя за необходимост от обедна почивка без и с използване на модул „Оптимизиране“

✓ **Причинно- следствена връзка на занятията**

Разпределението на лекциите в РУЗ трябва да бъде преди семинарните и лабораторните упражнения.

Нивото на показателя за една дисциплина в съставеното РУЗ се определя от формула 6.

$$Rd = \begin{cases} 100\%, & \text{ако } T_L < T_U, \\ 0\%, & \text{ако } T_U < T_L \text{ и } T_U \neq T_{EZ} \text{ или } T_U \neq T_{UP} \text{ или } T_U \neq T_{FV}. \end{cases} \quad (6)$$

където

TL – Позиция на първия тайм-слот с лекция по дисциплината;

TU – Позиция на първия тайм-слот с упражнение по дисциплината;

TEZ – Позиция на първия тайм-слот със занятие по езикова подготовка;

TUP – Позиция на първия тайм-слот със занятие по учебна практика;

TFV – Позиция на първия тайм-слот със занятие по физическо възпитание.

В таблици 7 и 8 са отчетени и обобщени нивата на показателя за причинно- следствена връзка на занятията без и с използване на модул „Оптимизиране“.

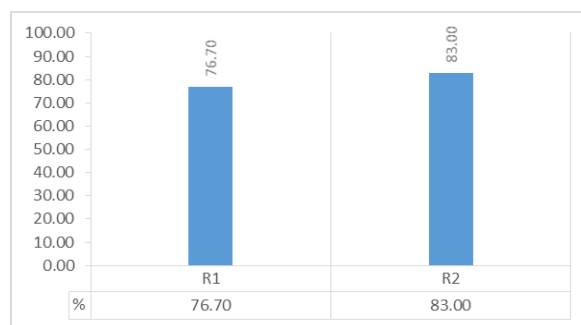
Табл.7. Нива на показателя за причинно- следствена връзка на занятията, без използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	62.5	100	85.7	82.1
1	2	100	87.5	57.1	
2	1	85.7	71.4	50	76.6
2	2	100	85.7	66.7	
3	1	60	80	60	63.4
3	2	40	83.3	57.1	
4	1	100	100	100	84.7
4	2	33.3	100	75	
<b>Общо</b>		<b>72.7</b>	<b>88.45</b>	<b>69</b>	<b>76.7</b>

Табл.8. Нива на показателя за причинно- следствена връзка на занятията, с използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	100	100	100	95.8
1	2	100	100	75	
2	1	71.4	83.3	66.7	81.3
2	2	100	83.3	83.3	
3	1	60	100	60	75.6
3	2	100	83.3	50	
4	1	100	100	66.7	79.5
4	2	100	60	50	
<b>Общо</b>		<b>91.4</b>	<b>88.7</b>	<b>69</b>	<b>83</b>

Нивата на показателя са представени графично на фиг.4.



Фиг. 4. Нива на показателя за причинно- следствена връзка на занятията без и с използване на модул „Оптимизиране“

✓ **Периодичност**

Показателят характеризира качеството на РУЗ в съответствие с наличието на периодичност в тайм-слотовете на всяка дисциплина в съставеното РУЗ. Периодичност в тайм-слотовете на една дисциплина има в случай, че занятията по дисциплината в РУЗ са разпределени през равни интервали от време.

Нивото на показателя за една дисциплина в съставеното РУЗ се определя от формула 7.

$$Rd = \begin{cases} 100\%, & \text{ако занятията по дисциплината имат периодичност,} \\ \frac{n_1}{n} \times 100\%, & \text{периодичност с учебни групи,} \\ 0\%, & \text{ако занятията по дисциплината нямат периодичност,} \end{cases} \quad (7)$$

където  $n_1$  – брой групи за които има наличие на периодичност в РУЗ по дисциплината;  $n$  – брой учебни групи в РУЗ по дисциплината.

В таблици 9 и 10 са отчетени и обобщени нивата на показателя **периодичност** по специалности, курсове и полугодия без и с използване на модул „Оптимизиране“.

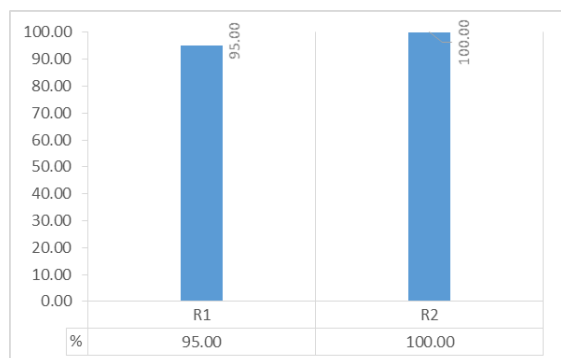
Табл. 9. Нива на показател периодичност, без използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	100	100	100	100
1	2	100	100	100	
2	1	100	100	60	93.3
2	2	100	100	100	
3	1	100	100	60	93.3
3	2	100	100	100	
4	1	100	100	60	93.3
4	2	100	100	100	
<b>Общо</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>85</b>	<b>95</b>

Табл. 10. Нива на показател периодичност, с използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	100	100	100	100
1	2	100	100	100	
2	1	100	100	100	100
2	2	100	100	100	
3	1	100	100	100	100
3	2	100	100	100	
4	1	100	100	100	100
4	2	100	100	100	
Общо		100	100	100	100

Нивата на показателя за периодичност, който характеризира качеството на РУЗ в съответствие с наличието на периодичност в тайм-слотовете на всяка дисциплина в съставеното РУЗ без и с използване на модул „Оптимизиране“ са представени графично на фиг. 5.



Фиг. 5. Нива на показателя за периодичност без и с използване на модул „Оптимизиране“

### ✓ Наличие на свободен ден

Показателят характеризира качеството на РУЗ в съответствие с наличието на свободен ден от седмицата без занятия в съставеното РУЗ.

Нивото на показателя за съставеното седмично РУЗ на една специалност, курс и полугодие се определя от формула 8.

$$Rd = \begin{cases} 100 \% , & \text{ако има поне един свободен ден без занятия,} \\ \frac{n_1}{n} \times 100 \% , & \text{свободен ден с учебни групи,} \\ 0 \% , & \text{ако няма свободен ден без занятия,} \end{cases} \quad (8)$$

където  $n_1$  – брой групи за които има наличие на свободен ден в РУЗ;  $n$  – брой учебни групи в РУЗ.

В таблици 11 и 12 са отчетени и обобщени нивата на показателя **наличие на свободен ден** без и с използване на модул „Оптимизиране“.

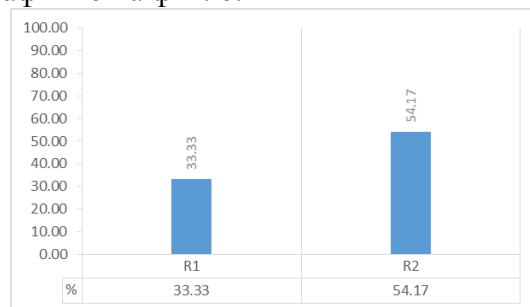
Табл. 11. Нива на показателя за наличие на почивен ден, без използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	0	0	100	33.33
1	2	0	0	100	
2	1	100	0	0	50
2	2	0	100	100	
3	1	0	0	0	0
3	2	0	0	0	
4	1	0	100	0	50
4	2	100	0	100	
Общо		25	25	50	33.33

Табл. 12. Нива на показателя за наличие на почивен ден, с използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полу годие	АИУТ	ТТООС	ИТ	Общо
1	1	0	0	100	50
1	2	100	0	100	
2	1	0	100	100	66.67
2	2	0	100	100	
3	1	0	100	100	50
3	2	100	0	0	
4	1	0	100	100	50
4	2	0	0	100	
Общо		25	50	87.5	54.17

Нивата на показателя, характеризиращ качеството на РУЗ в съответствие с наличието на свободен ден от седмицата без занятия в съставеното РУЗ без и с използване на модул „Оптимизиране“ са представени графично на фиг. 6.



Фиг. 6. Нива на показателя за наличие на свободен ден без и с използване на модул „Оптимизиране“

### ✓ Равномерно ежедневнo натоварване

Показателят характеризира качеството на РУЗ в съответствие с наличието на равномерно ежедневно натоварване на занятията в съставеното РУЗ. Равномерното натоварване за един учебен ден има в случай, че занятията са разпределени до 14 часа на деня.

Нивото на показателя за един ден от седмицата с учебни занятия в РУЗ се определя от формула 9.

$$Rd = \begin{cases} 100\%, & \text{ако } T_H < 14 \text{ ч. на деня,} \\ \frac{n_1}{n} \times 100\%, & \text{ако } T_H < 14 \text{ ч. с учебни групи,} \\ 0\%, & \text{ако } T_H > 14 \text{ ч. на деня,} \end{cases} \quad (9)$$

където

$T_H$  – час на приключване на последния тайм-слот за деня;

$n_1$  – брой групи за които има наличие на свободен ден в РУЗ;

$n$  – брой учебни групи в РУЗ.

В таблици 13 и 14 са отчетени и обобщени нивата на показателя за равномерно ежедневно натоварване без и с използване на модул „Оптимизиране“.

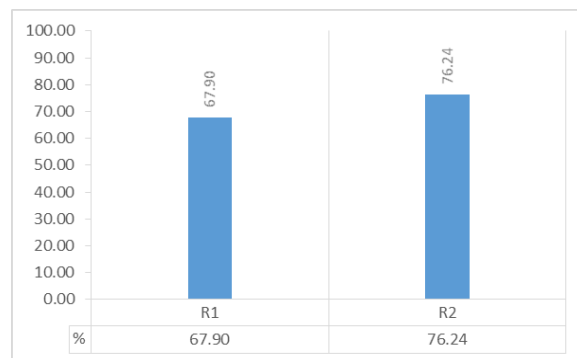
Табл. 13. Нива на показателя за равномерно ежедневно натоварване без използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полугодие	АИУТ	ТООС	ИТ	Общо
1	1	60	80	75	70.83
1	2	50	100	60	
2	1	25	100	80	60.83
2	2	50	30	80	
3	1	70	90	20	75
3	2	70	100	100	
4	1	70	100	60	65
4	2	60	60	40	
Общо		56.88	82.5	64.38	67.9

Табл. 14. Нива на показателя за равномерно ежедневно натоварване с използване на модул „Оптимизиране“

Курс	Полугодие	АИУТ	ТООС	ИТ	Общо
1	1	70	80	75	70.83
1	2	50	100	100	
2	1	80	50	80	60.83
2	2	40	75	75	
3	1	80	50	100	75
3	2	50	80	95	
4	1	80	50	100	65
4	2	70	100	100	
Общо		65	73.13	90.6	76.24

Нивата на показателя, характеризиращ качеството на РУЗ в съответствие с наличието на равномерно ежедневно натоварване на занятията в съставеното РУЗ без и с използване на модул „Оптимизиране“ са представени графично на фиг. 7.



Фиг. 7. Нива на показателя за равномерно ежедневно натоварване без и с използване на модул „Оптимизиране“

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съществуващата система на ТУ-Габрово за АИРУЗ е надградена и усъвършенствана с цел съставяне на оптимално разписание на учебните занятия.

Направеното изследване на качеството на съставено РУЗ показва, че се наблюдава повишаване (подобряване) на нивата на всички показатели на качеството при използване на модул „Оптимизиране“, съответно подобряване на качеството на съставеното РУЗ по тези показатели.

Средната стойност на подобряване на качеството на съставеното РУЗ с използване на модул „Оптимизация“ е:

$$Lsr = (7.6 + 16.67 + 3.81 + 6.3 + 5 + 20.84 + 8.34)/7 = 9.8\%$$

## REFERENCE

- [1] Stoyanov, S., F. Rashidova, Z. Nenova, Strategies for design of an optimal university timetabling system, 2017, Journal of Technical University of Gabrovo, vol. 54, pp. 75 – 80, ISSN 1310-6686.
- [2] Rashidova, F., Evaluation of the degree of satisfaction in preparing the time-table for educational studies of the students from regular classes, Unitech'12, Gabrovo, 2012, vol.1, pp. 1638-1643, ISSN 1313-230X.
- [3] Rashidova, F., S. Stoyanov, Evaluation of the indicators weight coefficients and the degree of satisfaction in preparing the time-table for educational studies of the students from regular classes, 2012, Journal of Technical University of Gabrovo, vol 44, pp. 54 – 59, ISSN 1310-6686.
- [4] Rashidova, F., Evaluation of the indicators priority in preparing the time-table for educational studies for part-time training, Unitech'11, Gabrovo, 2011, vol.1, pp. I559 - I563, ISSN 1313-230X.