

Научном већу института за физику у Београду

Предмет: Молба за избор у звање истраживач приправник

Обзиром да испуњавам све предвиђене услове у складу са Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача МПНТР, молим научно веће да ме изабере у звање истраживач приправник.

У прилогу достављам:

1. Мишљење руководиоца пројекта;
2. Стручну биографију;
3. Списак и копије научних публикација;
4. Уверење о уписаној трећој години докторских студија;
5. Уверење о завршеним основним студијама;
6. Уверење о завршеним мастер студијама;
7. Уверење о положеним испитима на докторским студијама;

С поштовањем,

Владан Симић

В. Симић

Научном већу института за физику у Београду

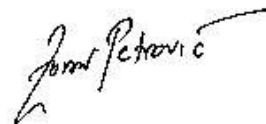
Предмет: Мишљење руководиоца пројекта о избору Владана Симића у звање истраживач приправник

Владан Симић је од новембра 2017. запослен у Лабораторији за гасну електронику (сада Лабораторија за неравнотежне процесе и примену плазме) Института за физику у Београду под менторством академика Зорана Љ. Петровића. Ангажован је на пројекту „Фундаментални процеси и примене транспорта честица у неравнотежним плазмама, траповима и наноструктурама“ Министарства просвете, науке и технолошког развоја (ОИ171037) којим руководи академик Петровић који је трајао до краја 2019. године. На поменутом пројекту ради на развоју и унапређивању постојећих кодова Монте Карло симулација које се тичу термализације позитрона у различитим конфигурацијама (пре свега у такозваном Пенинг Малмберг Сурко трапу) и различитим гасовима, затим прављењу комплетних сетова пресека позитрона и електрона у релевантним гасовима, као и моделовању биолошких средина које би у даљем раду требало бити искоришћене за испитивање утицаја позитрона на ћелије човека.

Он се пре свега бавио термализацијом позитронског ансамбла у трапу како на собној температури тако и применом снижених температура и улогом разних нееластичних процеса у тој термализацији. До сада је Владан Симић имао два рада објављена на међународним конференцијама а у припреми је први рад за међународни часопис.

Обзиром да испуњава све предвиђене услове у складу са Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача МПНТР, предлажем да Научно веће изабере Владана Симића у звање истраживач приправник.

Руководилац пројекта



академик Зоран Љ. Петровић,
научни саветник

Владан Симић – стручна биографија

Владан Симић је рођен 26. априла 1987. године у Параћину. Основну школу „Момчило Поповић Озрен“ завршио је као ђак генерације и са Вуковом дипломом. Такође, и Гимназију у Параћину завршава са Вуковом дипломом. Током основне и средње школе учествује на бројним републичким и савезним такмичењима из физике и математике и осваја бројне награде. Најзначајнија награда му је прво место на савезном такмичењу из физике у првом разреду средње школе.

Физички факултет уписује 2006. године са максималним бројем поена без полагања пријемног испита због успеха на такмичењима. Током студирања, због болести, прави паузу од две године и након тога мења смер са „Теоријске и експерименталне физике“ на „Општу физику“ и завршава основне студије 2015. године са просеком **9,35**. Мастер студије такође завршава на смеру „Општа физика“ 2017. године са просеком **9,20**.

Школске 2017/2018 године уписује докторске студије на студијском програму Физика, ужа научна област Физика јонизованог гаса и плазме и ментор му постаје академик Зоран Љ. Петровић. У новембру 2017. године запошљава се у Институту за физику у Београду у групи проф. Петровића где почиње да се бави Монте Карло симулацијама позитронских трапова (Сурко трапа) као и проблемима термализације позитрона у разним гасовима (и конфигурацијама). До сада је објавио два конференцијска рада и био у локалним организационим комитетима на две међународне конференције одржане у Србији (22nd International Conference on Gas Discharges and their Applications 2018 Нови Сад и POSMOL 2019: XX International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics and XXI International Symposium on Electron-Molecule Collisions and Swarms 2019 Београд). На докторским студијама положио је све потребне испите са просечном оценом **10,00** и успешно уписао трећу годину студија.

Списак публикација

M33:

V. Simić, J. P. Marler, G. Malović, S. Marjanović and Z. Lj. Petrović, *Thermalization of positrons in Penning-Malmberg-Surko trap at different background temperatures*, 29th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG 2018), 28. 8. - 1. 9. 2018., Belgrade, Serbia.

M34:

Zoran Lj. Petrović, **Vladan Simić**, Gordana Malović, Joan P. Marler, *The Role of Different Inelastic Processes in Thermalization of Positrons in Penning-Malmberg-Surko Trap at a Reduced Background Temperature*, XX International Workshop on Low-Energy Positron and Positronium Physics (POSMOL 2019), 18. 7. - 22. 7. 2019., Belgrade, Serbia.

THERMALIZATION OF POSITRONS IN PENNING – MALMBERG - SURKO TRAP AT DIFFERENT BACKGROUND TEMPERATURES

Vladan Simić¹, Joan P. Marler², Gordana Malović¹, Srđan Marjanović¹ and
Zoran Lj. Petrović^{1,3}

¹*Institute of Physics, University of Belgrade, POB 68 11080 Zemun, Serbia*

²*Clemson University, Clemson SC, USA*

³*Serbian Academy of Sciences and Arts, 11001 Belgrade, Serbia*

Abstract. In this paper we investigate positron thermalization in a three stage Penning-Malmberg-Surko trap (buffer gas trap). We focus on the role of inelastic energy losses and try to identify the relative importance of the contribution from different processes. In order to investigate the effect of buffer gas temperature on cooling, our first simulation is conducted initially at constant background gas temperature of 300 K until positrons are thermalized and after that the trap is cooled down to 77.2 K. The second simulation is conducted at a constant background gas temperature of 77.2 K. It is shown that rotational excitation provides the key contribution during the thermalization only upon transition towards 77 K.

1. INTRODUCTION

A buffer gas positron trap is, basically, a Penning-Malmberg trap, consisting of cylindrical electrodes in an external magnetic field. However, in the buffer gas trap (also known as the Penning-Malmberg-Surko trap) the cylindrical electrodes have increasing radii effectively creating two or three stages of gas pressure with the possibility for a different electric potential in each stage [1]. As a buffer gas, we used a standard setup with N₂ in the first two stages and a mixture of N₂ and CF₄ in the third. Vibrational excitation of CF₄ is very effective in later stages of positron thermalization. Normally one would assume, however, that when the energy drops down below 100 meV rotational excitation will become the dominant energy loss process. That is the reason why we postulated that even for a CF₄ filled trap in the last stage nitrogen should be added [2]. On the other hand it was found that dominant energy losses in thermalization to the room temperature are due to vibrational energy inelastic processes [3]. The calculation was performed by using a Maxwellian distribution at all time and calculating energy loss in order to follow the decay of the effective temperature (mean energy). However, it is known that a full kinetic treatment of the swarm

like development of the positron energy distribution functions (PEDF) indicate that PEDF may have complex shapes favoring some processes and being depleted in the range of other processes even in the region of the mean energy [1, 4]. Thus we have performed a full kinetic modeling of thermalization (i.e. never assuming the PEDF energy dependence) and we have tried to identify the dominant inelastic processes. Optimizing cooling rates is beneficial for several reasons. Simply, losses of positrons would be reduced if shorter times are required to thermalize positrons. Additionally, and equally important for most applications, is that longer cooling processes result in a greater number of *elastic* (momentum transfer) collisions. Elastic collisions disperse the ensemble and broaden the radial distribution thus reducing the density that needs to be high for antimatter experiments. Thus the optimal cooling scheme minimizes the growth of the radial dimension and may include further compressing (e.g. which can be performed by rotating compression technique [5]). Finally, we note that Natisin *et al.* [6] have studied the thermalization of positrons in a cryogenically cooled trap with the background temperature in the proximity of the temperature of liquid nitrogen (i.e. in their experiment electrodes cooled to 50 K).

We used a Monte Carlo simulation of positron swarms in a three segment Penning-Malmberg-Surko trap. The code has been well tested for electrons and for positrons both in an infinite swarm-like case and for the realistic geometry and conditions of existing traps. The parameters used in both simulations are given in Table 1.

Table 1. Conditions in the trap used in simulation.

Stage	I	II	III
Background gases	N_2	N_2	50% N_2 , 50% CF_4
Pressure (Torr)	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Electrode potential (V)	20	10	0
Length (m)	0.5	0.5	0.5
Radius (mm)	5	20	20
Magnetic field (T)	0.053	0.053	0.053
Pre-electrode potential (V)		10	
e^+ source bias (V)		0.1	

We present the data for two situations. First the trap is thermalized to room temperature and then suddenly cooled to the liquid nitrogen temperature, and second the trap is held at liquid nitrogen gas temperature throughout. The cross sections used for N_2 and CF_4 have been taken from our previous papers [7, 8] and include rotational excitation represented by a non-resonant Born approximation (Gerjuoy and Stein formulae) [3].

2. RESULTS AND DISCUSSION

We first present the results for the two stage (300 K-77.2 K) thermalization (Fig. 1a and 1b). The relative contributions of the different

inelastic processes are shown in Fig. 1b. We have chosen to sample only in the last stage as in each crossing between the stages positrons gain energy of around 10 eV. So the final thermalization occurs in the last stage.

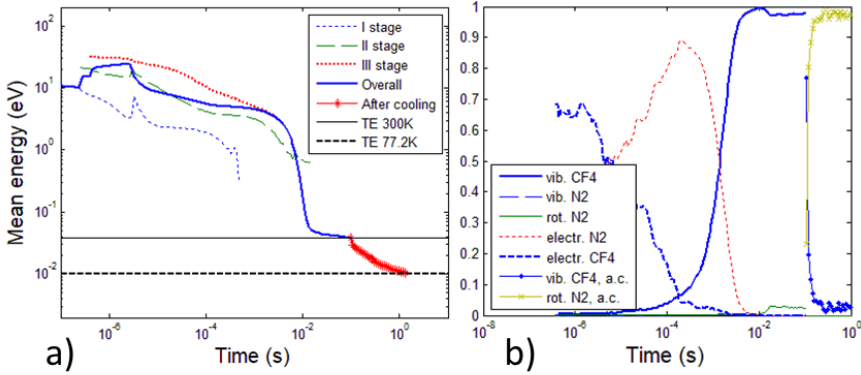


Figure 1. **a)** Mean energy of the positrons in the three different stages of the trap and overall during thermalization to room temperature (300 K, solid horizontal line) and then to liquid nitrogen temperature (77.2 K, dashed horizontal line). **b)** Relative contributions of each inelastic loss process to the total inelastic losses in the third segment, before and after cooling to 77.2 K that occurs at 0.1 s.

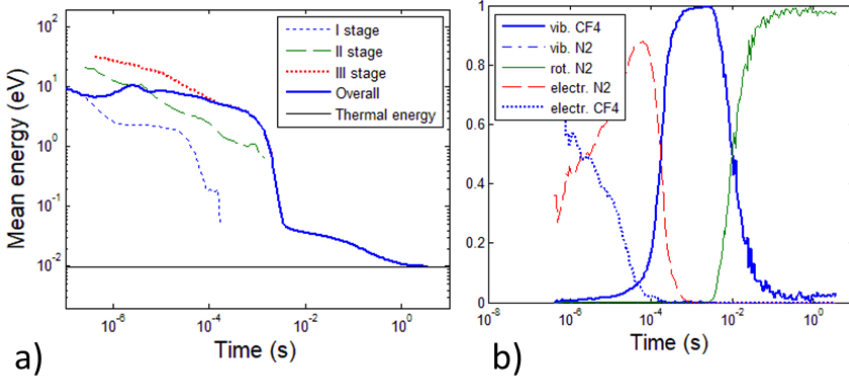


Figure 2. **a)** Mean energy of positrons in all three stages of the trap for 77.2 K (solid horizontal line) trap temperature. **b)** Relative contributions of each inelastic loss to the total inelastic losses in the third segment at 77.2 K.

Positrons appear first in the third stage at just before 1 μ s and the most important inelastic process in that stage is electronic excitation of CF₄. Electronic excitation of CF₄ and also N₂ dominates thermalization over the initial 0.1 ms followed by the turn on of the vibrational excitation of CF₄. (Vibrational excitation of N₂ is negligible at this temperature). Surprisingly, even when the mean energy drops well below the threshold for vibrational losses, vibrational

excitations maintain their dominance in inelastic energy transfer while rotations contribute only by a couple of percent. While for electrons one may expect rotational excitation to dominate thermalization below 100 meV, for positrons, due to the lack of a resonance, rotational cross sections are very small. Thus one needs to go to mean energies less than 30 meV for rotational inelastic losses to become the dominant inelastic process with positrons, as can be seen in Fig. 1b. Results for the trap maintained at 77.2 K (Fig. 2a and 2b) clearly show that rotational energy losses become important only at positron mean energies below 30 meV.

3. CONCLUSION

This paper presents relative contributions to positron thermalization in a buffer gas trap from the different inelastic processes possible as a function of trap (gas) temperature. As one may expect, at high positron energies, thermalization is dominated by electronic excitation. As the positrons cool, vibrational excitation becomes dominant. Specifically (and unexpectedly) the rotational contribution turns on only after positron mean energy is below 30 meV (room temperature). This is due to the very small values of the non-resonant excitation of rotational transitions in nitrogen.

Acknowledgements

This work is partially supported by our Ministry under the grants OI 171037 and III 41011, as well as by project F155 of the Academy of Sciences and Arts of Serbia.

REFERENCES

- [1] S. Marjanović and Z. Lj. Petrović, *Plasma Sources Sci. Technol.* 26, 024003 (2017).
- [2] S. Marjanović, A. Banković, D. Cassidy, B. Cooper, A. Deller, S. Dujko and Z. Lj. Petrović, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 49, 215001 (2016).
- [3] M. R. Natisin, J. R. Danielson and C. M. Surko, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 47, 225209 (2014).
- [4] Z. Lj. Petrović, I. Simonović, S. Marjanović, D. Bošnjaković, D. Marić, G. Malović and S. Dujko, *Plasma Phys. Control. Fusion* 59, 014026 (2017).
- [5] R. G. Greaves and J. M. Moxom, *Physics of Plasmas* 15, 072304 (2008).
- [6] M. R. Natisin, J. R. Danielson and C. M. Surko, *Appl. Phys. Lett.* 108, 024102 (2016).
- [7] A. Banković, J. P. Marler, M. Šuvakov, G. Malović and Z. Lj. Petrović, *Nucl. Instrum. Methods B* 266, 462–5 (2008).
- [8] A. Banković, S. Dujko, S. Marjanović, R. D. White and Z. Lj. Petrović, *Eur. Phys. J. D* 68, 127 (2014).

The Role of Different Inelastic Processes in Thermalization of Positrons in Penning-Malmberg-Surko Trap at a Reduced Background Temperature

Zoran Lj. Petrović^{1,2}, Vladan Simić¹, Gordana Malović¹, Joan P. Marler³
¹Institute of Physics, University of Belgrade, POB 68 11080 Zemun, Serbia
²Serbian Academy of Sciences and Arts, 11001 Belgrade, Serbia
³Clemson University, Clemson SC, USA
vladans@ipb.ac.rs

In this paper we analyze the role of inelastic processes in positron thermalization, in a standard three stage Penning-Malmberg-Surko trap (buffer gas trap). A Monte Carlo (MC) Model of such a gas filled trap has been developed [1] based on a well-tested MC model for electrons. Previously a MC model was used to follow the thermalization of positrons in different background gases and in the gas filled traps [2, 3]. Natisin et al. have simulated thermalization by using assumed Maxwellian distributions to gas cooled down to the liquid nitrogen temperature [4]. In this paper we focus on sampling of positron energy distribution functions (PEDF) and also on the role of rotational excitation that was shown to be inefficient in case of thermalization to 300 K. Simulations were conducted at constant background gas temperatures of 300 K and 77.2 K throughout the entire period and also with a transition from the room temperature to 77.2 K at the time t_0 . It was found that rotational excitation of N_2 contributes little above the room temperature but becomes the dominant process in thermalization to 77.2 K when mean energy drops below 20 meV.

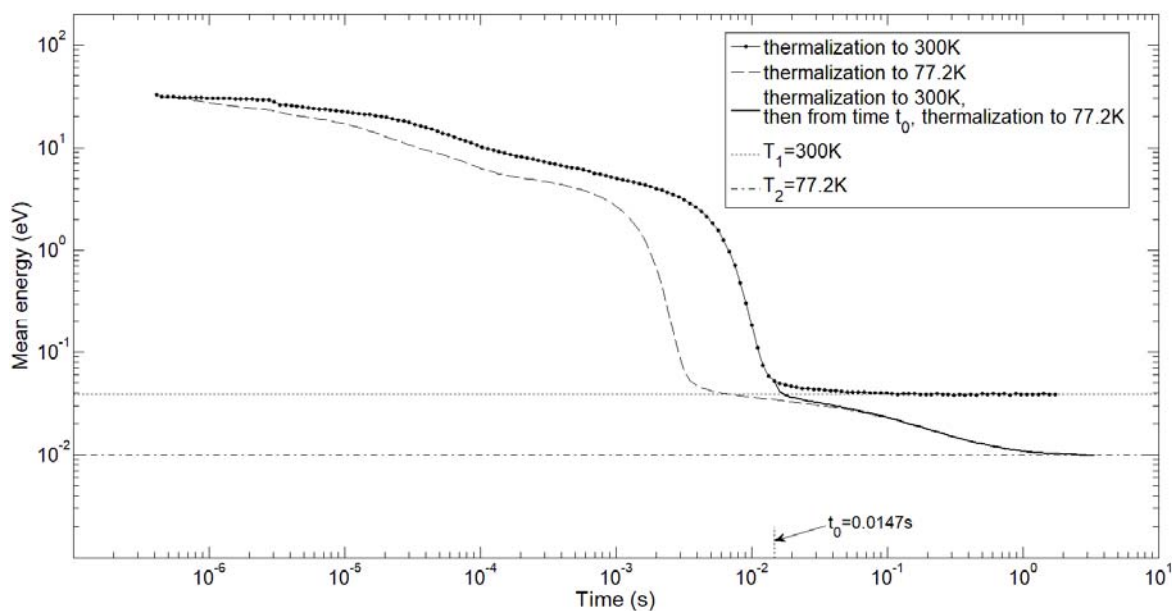


Figure 1. Mean energy in the third segment as a function of time for thermalization to 300 K, 77.2 K, and a stepwise process with transition from 300 K to 77.2 K at the moment t_0 . We also show energies corresponding to the two temperatures as the horizontal lines.

References

- [1] S. Marjanović and Z. Lj. Petrović, *Plasma Sources Sci. Technol.*, **26**, (2017), 024003.
- [2] M. R. Natisin, J. R. Danielson and C. M. Surko, *J. Phys. B*, **47**, (2014), 225209.
- [3] S. Marjanović, A. Banković, D. Cassidy, B. Cooper, A. Deller, S. Dujko and Z. Lj Petrović, *J. Phys. B*, **49**, (2016), 215001.
- [4] M. R. Natisin, J. R. Danielson and C. M. Surko, *Appl. Phys. Lett.*, **108**, (2016), 024102.



Република Србија
Универзитет у Београду
Физички факултет
Д.Бр.2017/8008
Датум: 18.10.2019. године

На основу члана 161 Закона о општем управном поступку и службене евиденције издаје се

УВЕРЕЊЕ

Симић (Зоран) Владан, бр. индекса 2017/8008, рођен 26.04.1987. године, Параћин, Република Србија, уписан школске 2019/2020. године, у статусу: финансирање из буџета; тип студија: докторске академске студије; студијски програм: Физика.

Према Статуту факултета студије трају (број година): три.
Рок за завршетак студија: у двоструком трајању студија.

Ово се уверење може употребити за регулисање војне обавезе, издавање визе, права на дечији додаток, породичне пензије, инвалидског додатка, добијања здравствене књижице, легитимације за повлашћену возњу и стипендије.



Овлашћено лице факултета

[Handwritten signature]



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ФИЗИЧКИ ФАКУЛТЕТ
UNIVERSITY OF BELGRADE FACULTY OF PHYSICS

Студентски трг 12, 11000 Београд, П.П. 44, Тел: 011-7158-151, Факс: 011-3282-619
Studentski trg 12, 11000 Belgrade, Serbia, POB 44, Tel: +381-11-7158-151, Fax: +381-11-3282-619
www.ff.bg.ac.rs e-mail: dekanat@ff.bg.ac.rs

Број 2382015

Београд, 12. 10. 2015. године

На основу члана 99. Закона о високом образовању (Сл. гласник Републике Србије број 76/05) и члана 184. Статута Физичког факултета (број 442/1 од 10. 10. 2006. године и дате сагласности Универзитета у Београду број 02 612-1852 од 29. 01. 2007.) у складу са Правилником о садржају и облику образаца јавних исправа које издају високошколске установе (Сл. гласник Републике Србије број 21/2006), а по захтеву, Симић (Зоран) Владана издаје се следеће

У В Е Р Е Њ Е

СИМИЋ (ЗОРАН) ВЛАДАН рођен 26. 04. 1987. године у Параћину, Параћин, Република Србија, уписан школске 2014/2015. године на Физички факултет Универзитета у Београду, завршио је трогодишње основне академске студије првог степена – студијски програм **Општа физика**, дана 24. септембра 2015. године, са просечном оценом 9,35 (девет и 35/100) у току студија и постигнутим укупним бројем 180 ЕСПБ и тиме стекао високо образовање првог степена основних академских студија и стручни назив:

ФИЗИЧАР

Уверење се издаје на лични захтев, а служи као доказ о завршеној високој стручној спреми до издавања дипломе.

Д Е К А Н
ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА



Проф. др Јаблан Дојчиловић



Универзитет у Београду
Физички факултет
Број индекса: 2015/7018
Број: 2542017
Датум: 02.10.2017.

На основу члана 161 Закона о општем управном поступку ("Службени лист СРЈ", бр. 33/97, 31/2001 и "Службени гласник РС", бр. 30/2010) и службене евиденције, Универзитет у Београду - Физички факултет, издаје

У В Е Р Е Њ Е

Владан Симић

име једног родитеља Зоран, ЈМБГ 2604987723238, рођен 26.04.1987. године, Параћин, Република Србија, уписан школске 2015/16. године, дана 28.09.2017. године завршио је мастер академске студије на студијском програму Општа физика, у изражању од две године, обима 120 (сво двадесет) ЕСПБ бодова, са просечном оценом 9,21 (девет и 21/100).

На основу наведеног издаје му се ово уверење о стеченом високом образовању и академском називу **мастер физичар**.

Декан



Проф. др Јаблан Дојчиловић



Република Србија
Универзитет у Београду
Физички факултет
Број индекса: 2017/8008
Датум: 13.07.2020.

На основу члана 29. Закона о општем управном поступку и службене евиденције издаје се

УВЕРЕЊЕ О ПОЛОЖЕНИМ ИСПИТИМА

Владан Симић, име једног родитеља Зоран, рођен 26.04.1987. године, Параћин, Република Србија, уписан школске 2017/2018. године на докторске академске студије, школске 2019/2020. године уписан на статус финансирање из буџета, студијски програм Физика, током студија положио је испите из следећих предмета:

Р.бр.	Шифра	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Фонд часова**	Датум
1.	ДС15ЈП5	Сударни и транспортни процеси у јонизованим гасовима	10 (десет)	15	I:(8+0+0)	17.08.2018.
2.	ДС15ЈП4	Физика електричних гасних пражњења	10 (десет)	15	II:(8+0+0)	21.09.2018.
3.	ДС15ФРНД1	Рад на докторату 1. део	П.	30	I:(0+0+12) II:(0+0+12)	
4.	ДС15ЈП6	Одабрана поглавља физике јонизованих гасова	10 (десет)	15	III:(8+0+0)	20.09.2019.
5.	ДС15ВО2	Монте Карло симулације у физици	10 (десет)	15	III:(8+0+0)	18.06.2019.
6.	ДС15ФРНД2	Рад на докторату 2. део	П.	30	III:(0+0+12) IV:(0+0+12)	

* - еквивалентан/признат испит.

** - Фонд часова је у формату (предавања+вежбе+остало).

Општи успех: 10,00 (десет и 00/100) , по годинама студија (10,00, 10,00, /).



Овлашћено лице факултета

[Signature]