

## სასწავლო პროცესების ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირება და მათი ასახვა ფერადი პეტრის ქსელებით ბანათლების სისტემაში

გია სურგულაძე<sup>1</sup>, დავით გულუა<sup>2</sup>, მარინა კაშიბაძე<sup>1</sup>, დიანა კიკილაშვილი<sup>3</sup>

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

2-თბილისის ივ.ჯავახიშვილის სახ. სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

3-საპატრიარქოს ქართული უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

გადმოცემულია თანამედროვე სკოლის ბიზნეს-პროცესების ასახვის საკითხები ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების საფუძველზე, UML-ენის გამოყენებით. აღწერილია სასწავლო პროცესის საქმისწარმოების აქტიურობათა და კლასთა დიაგრამები, რის საფუძველზეც განისაზღვრა მთლიანი ავტომატიზებული სისტემის აგების კონცეფცია. შემოთავაზებულია ყოფაქცევის მოდელის - აქტიურობის დიაგრამის ტრანსფორმაციის ალგორითმი ფერადი პეტრის ქსელის (CPN) ენაზე, რის საფუძველზეც შესაძლებელია დინამიკური პროცესების კვლევა იმიტაციური მოდელით.

**საკვანძო სიტყვები:** სასწავლო პროცესი. ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირება. UML. იმიტაციური მოდელირება. ფერადი პეტრის ქსელები. CPN.

### 1. შესავალი

განათლების სფერო და კერძოდ, საშუალო საგანმანათლებლო დაწესებულება რთული ორგანიზაციული სისტემაა მრავალრიცხოვანი მონაწილეებითა და მათ შორის რთული ურთიერთკავშირებით. შესაბამისად, ამგვარი დაწესებულების (ვიმნაზია, საჯარო სკოლა) მენეჯმენტის ინფორმაციული სისტემის შექმნა კომპლექსური ამოცანაა და კომპიუტერული მოდელირების აპარატის სრული სიმძლავრით გამოყენებას მოითხოვს.

საშუალო საგანმანათლებლო დაწესებულების მართვის საინფორმაციო სისტემა შემდეგი ძირითადი კომპონენტების ერთობლიობად შეიძლება წარმოვიდგინოთ:

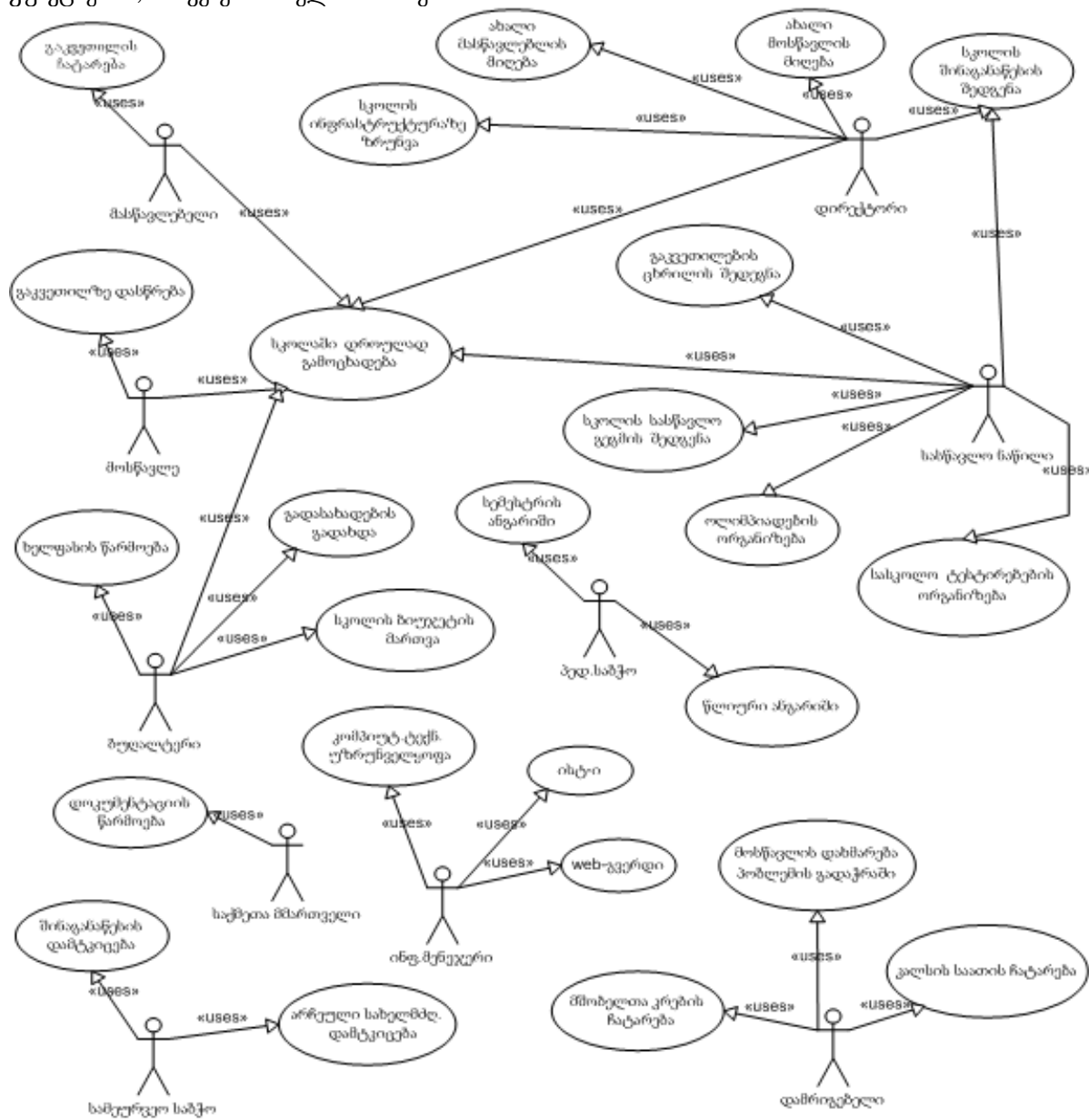
- სასწავლო პროცესის მართვის ქვესისტემა;
- პერსონალის მართვის ქვესისტემა;
- მატერიალურ-ტექნიკური უზრუნველყოფის ქვესისტემა.

ნახსენები ქვესისტემებიდან უმნიშვნელოვანესია სასწავლო პროცესის მართვის ქვესისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს საშუალო საგანმანათლებლო დაწესებულების მთავარი ფუნქციის – სასწავლო პროცესის – ავტომატიზებას და მთლიანი სისტემის დაპროექტებისა და აგებისას განსაკუთრებულ ყურადღებას მოითხოვს თავისი სპეციფიკის გამო. განსაკუთრებით აქტუალურია ეს საკითხები სკოლის რეფორმის ფონზე [1]. დანარჩენი ქვესისტემები მეტნაკლებად ზოგადი სტრუქტურის მატარებელია და მათი მოდელირებისას შეიძლება არსებული სტანდარტული პაკეტების გამოყენება, რომლებიც ნებისმიერი ტიპის ორგანიზაციული მოდელისთვისაა დამუშავებული. მაგალითისთვის შეიძლება დავასახელოთ წარმოების მენეჯმენტის სხვადასხვა სისტემები (ე.წ. ERP-სისტემები), როგორცაა SAP, 1C, ორის ბუღალტერია და სხვ., რომელთა საშუალებითაც ნებისმიერ, მათ შორის საგანმანათლებლო დაწესებულებაში პერსონალის, მატერიალური რესურსების, ბუღალტერიის და სხვა ქვესისტემების აგება და ექსპლუატაციაა შესაძლებელი [2,3]. თუმცა მათი შექმნა და მოვლა გარკვეულ საინვესტიციო ფინანსირებასთანაა დაკავშირებული.

სასწავლო პროცესი და მისი მართვა მხოლოდ საგანმანათლებლო დაწესებულებისთვისაა დამახასიათებელი და მისი საქმისწარმოების ბიზნეს-პროცესების დაპროექტება და აგება განსაკუთრებულ მიდგომას მოითხოვს.

საშუალო საგანმანათლებლო სისტემისა და მასში მიმდინარე პროცესების ინფორმაციული სისტემების შექმნის პირველი ეტაპია დიაგნოსტიკური ანალიზის ფაზა, ანუ სისტემის ფუნქციონალური და არაფუნქციონალური მოთხოვნების ჩამოყალიბების ეტაპი, რომელიც ზოგადად წარმოგვიდგენს სისტემის კომპონენტებსა და მათ შორის მიმდინარე პროცესებს. ანალიზის ინსტრუმენტად გამოიყენება უნიფიცირებული მოდელირების ენის (UML) Use-Case და Activity

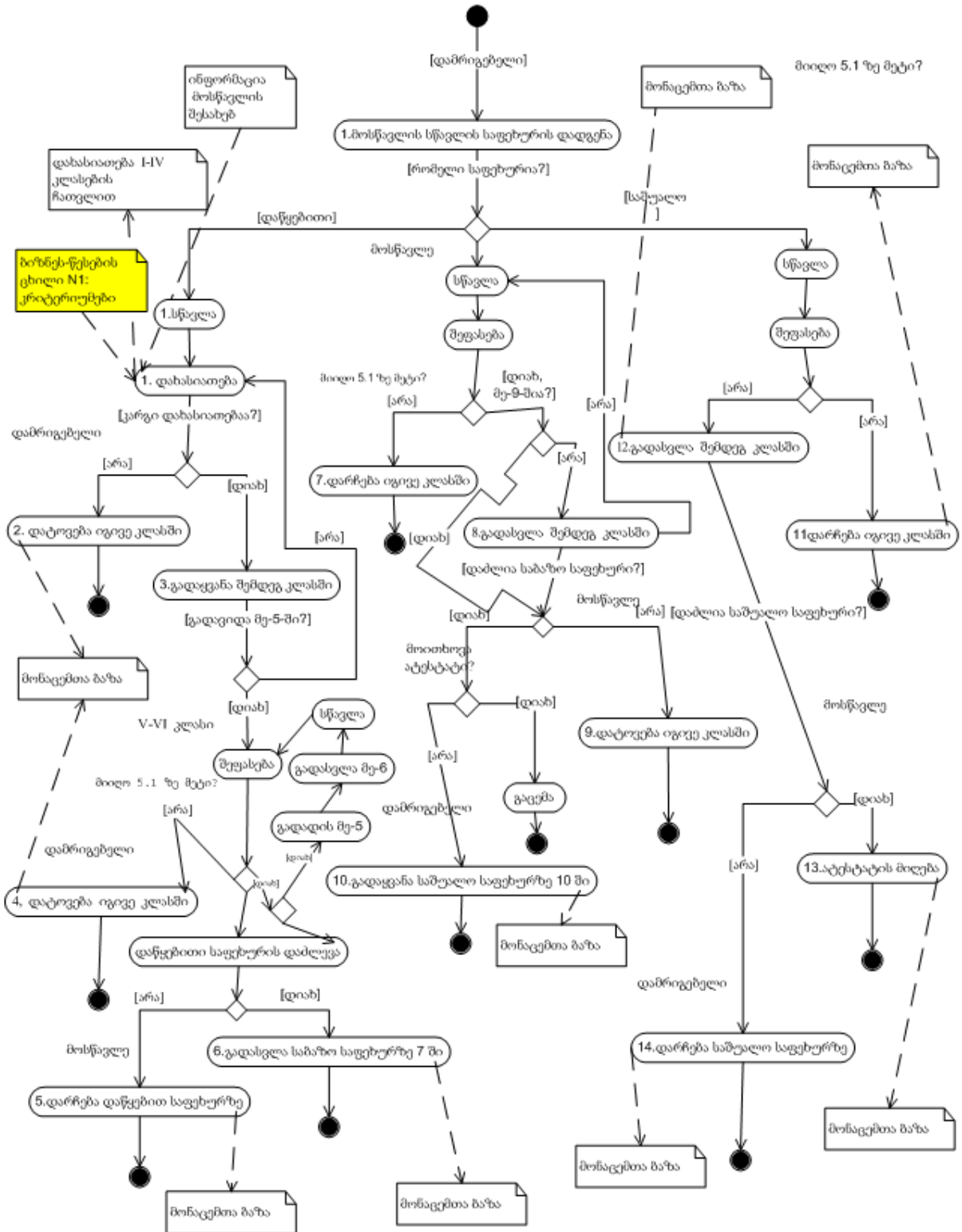
დიაგრამები. პირველი დიაგრამის ნიმუში სასწავლო პროცესში მონაწილე როლებითა და მათი ფუნქციებით, ნაჩვენებია 1-ელ ნახაზზე.



ნახ.1. სასწავლო პროცესის UseCase-დიაგრამა

დიაგრამა წარმოგვიდგენს სისტემის როლებს (Actors): დირექტორი, სასწავლო ნაწილის გამგე, მასწავლებელი, დამრიგებელი, მოსწავლე, ბუღალტერი, პედაგოგიური საბჭო, საქმეთა მმართველი, ინფორმაციული მენეჯერი, სამურვეო საბჭო. აგრეთვე ფუნქციებს (Actions), რომლებსაც როლები ასრულებენ დამოუკიდებლად ან სხვა როლებთან თანამშრომლობით.

გავამახვილოთ განსაკუთრებული ყურადღება საშუალო საგანმანათლებლო დაწესებულების სასწავლო პროცესის მართვის ქვესისტემაზე. მე-2 ნახაზზე მოცემულია სასწავლო პროცესის ერთ-ერთი კომპლექსური ფუნქციის: „მოსწავლეთა გადაყვანა კლასიდან-კლასში” შესაბამისი UML-ენის აქტივობათა დიაგრამა. აქ აღწერილია ის ბიზნეს-პროცესები და ბიზნეს-წესები (პირობები), რომელთა საფუძველზეც ხდება მოსწავლის გადაადგილება (მდგომარეობის შეცვლა) საშუალო სკოლის კლასებისა და საფეხურების გავლით, სიმწიფის ატესტატის მიღების მიზნით [1].



ნახ.2. მოსწავლის მდგომარეობის დინამიკის პროცესის აქტიურობის დიაგრამა

საინფორმაციო სისტემის შექმნის მომდევნო ეტაპებია მისი ცალკეული კომპონენტების დაპროექტება. ყოველი კომპონენტისთვის განისაზღვრება შესაბამისი მონაცემები და ფუნქციები, დგინდება კავშირები მათ შორის. მოცემულ ეტაპზე საქმეში ერთვება UML-ენის ახალი ინსტრუმენტები, როგორცაა კლასების დიაგრამა (ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტებისთვის), არსთა დამოკიდებულების (ER) ან IDEF1x დიაგრამა (სისტემის მონაცემთა ბაზების დასაპროექტებლად) და ასე შემდეგ. ჩვენი სტატიის თვალსაზრისით საინტერესოა დასაპროექტებელი სისტემის ე.წ. „მუშა-მოდელი“, რომელიც სისტემის ქცევას დინამიკური სახით

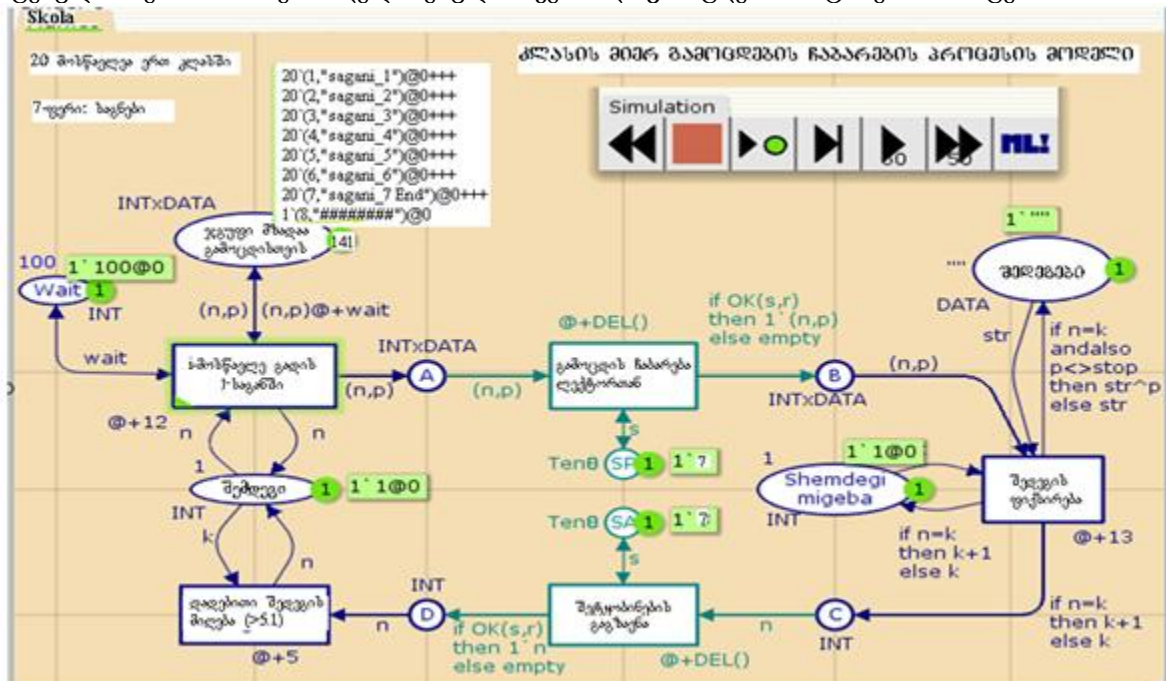
წარმოვიდგენს. იგულისხმება პროცესების ურთიერთქმედება (პარალელიზმი, კონფლიქტური სიტუაციები), მონაცემთა ნაკადების გადაადგილება და ასე შემდეგ.

ინფორმატიკის თეორიაში „მუშა-მოდელირების“ მრავალი ინსტრუმენტი არსებობს, რომელთაც ერთიანი სახელი „ფორმალური მეთოდები“ ეწოდება. მათ შორის პეტრის ქსელები ფორმალური მეთოდების ერთ-ერთ ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ნაირსახეობაა [4]. მისი თეორიული და პრაქტიკული ღირებულება ბოლო ათწლეულების მანძილზე უეჭველია.

პეტრის ქსელების სტრუქტურა და მოდელირების შესაძლებლობები დეტალურადაა აღწერილი სპეციალურ ლიტერატურაში. ჩვენი ამოცანიდან (საშუალო სასწავლო დაწესებულების სასწავლო პროცესის მუშა-მოდელის აგება) გამომდინარე, საინტერესოა პეტრის ქსელის კლასიფიკაცია 2 ძირითად ქვეკლასად: ელემენტარულ და სისტემურ პეტრის ქსელებად, რომელთაგან პირველი ემსახურება პროცესების მოდელირებას, ხოლო მეორე პროცესებთან ერთად სისტემაში მონაცემთა ნაკადების გადაადგილების ამოცანასაც.

პეტრის ქსელი სასწავლო პროცესისთვის სისტემური პეტრის ქსელების ქვეკლასის რომელიმე ინსტრუმენტით უნდა ავაგოთ, რადგან სასწავლო პროცესში საქმე გვაქვს როგორც პროცესებთან, ასევე რაოდენობრივ ინფორმაციასთან. არჩევანი შევაჩერეთ ე.წ. „ფერადი პეტრის ქსელის“ ინსტრუმენტზე (CPN Tools), რომელიც დამუშავებულ იქნა დანიაში, ორჰუსის უნივერსიტეტში პროფ. კურტ იენსენის ხელმძღვანელობით [5]. ინსტრუმენტი სრულად მოიცავს სისტემური პეტრის ქსელების ფუნქციონალობას და დიდი პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია.

საშუალო საგანმათლებლო დაწესებულების სასწავლო პროცესის ფერადი პეტრის ქსელი მოცემულია მე-3 ნახაზზე. მოდელირებულია, კერძოდ, გამოცდების ჩატარების პროცესი.



ნახ.3. პეტრის ქსელის ფრაგმენტი (საწყისი მდგომარეობა)

ფერადი პეტრის ქსელის ნახსენები მოდელის პოზიციათა დანიშნულება შემდგომად შეიძლება წარმოვადგინოთ:

• **„ჯგუფი მზადაა გამოცდისთვის“** – მოსწავლეთა საწყისი ბაზა, სადაც საწყისი მარკირება წარმოადგენს კომპლექტს. კომპლექტი ისეთი სიმრავლეა, რომელშიც დასაშვებია ერთი და იგივე ელემენტის რამდენჯერმე არსებობა. მოცემული პოზიციის მარკირება ასახავს, რომ კლასში 20 მოსწავლეა, იდენტიფიკაცია მეორდება 7 ჩასაბარებელი საგნისთვის. მაგალითად ჩანაწერის ნიმუში “20(2, “საგანი-2”)” უთითებს, რომ მეორე საგანს სახელით “საგანი-2” აბარებს 20 მოსწავლე. ბუნებრივია, მოსწავლეთა რაოდენობა ყოველ საგანზე დიფერენცირებულადაც შეიძლება განისაზღვროს;

• **A – „გამოცდაზე გასული მოსწავლე“** - ყოველ ბიჯზე შეირჩევა i-ური მოსწავლე j-ური გამოცდის ჩასაბარებლად;

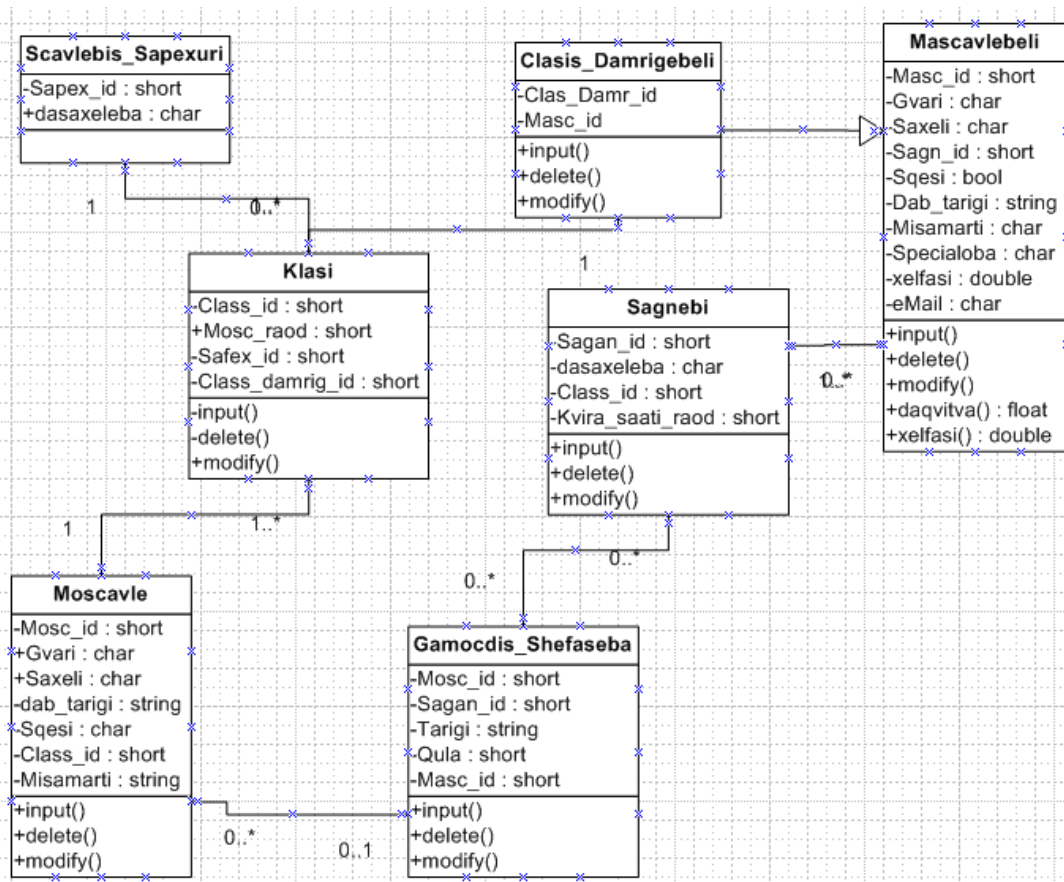
• **B – „გამოცდაჩაბარებული მოსწავლეები“** - i-ური მოსწავლე, რომელმაც j-ური გამოცდა ჩააბარა;

- **SP, SA** – შედეგების დაფიქსირება და მოსწავლეთა და საგამოცდო საგნების მოვლელების მნიშვნელობის შეცვლა;
- „შედეგები“ – გამოცდაჩაბარებულ მოსწავლეთა საბოლოო ცხრილი.

აგებული ფერადი პეტრის ქსელის გადასასვლელი ემსახურება საგამოცდო სისტემაში მიმდინარე შემდეგ პროცესებს:

- „**ქ-ური მოსწავლე გადის გამოცდას ქ-ურ საგანში**“ – მოსწავლის გადაყვანა გამოცდაზე გასვლის რეჟიმში;
- „**გამოცდის ჩაბარება ლექტორთან**“ – გადასასვლელის გახსნა იწვევს მოსწავლის ჩასმა გამოცდაჩაბარებულ მოსწავლეთა სიაში, თუ მან გამოცდა ჩააბარა, ან მის დაბრუნებას მოსწავლეთა საწყის სიაში, თუ ვერ ჩააბარა;
- „**შედეგის ფიქსირება**“ – მოსწავლის ჩართვა გამოცდაჩაბარებულ მოსწავლეთა სიაში;
- „**შეტყობინების გაგზავნა**“ – სიგნალი მორიგი მოსწავლის გამოცდის ჩაბარების რეჟიმში გადაყვანის შესახებ.

მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია ჩვენი მაგალითისთვის მონაცემთა ბაზის კონცეპტუალური მოდელის სქემის ფრაგმენტი, ობიექტებით: „სქავლების საფეხური“, „კლასი“, „საგნები“, „მოსწავლე“, „მასწავლებელი“ და „შეფასება“.



ნახ.4. კლასთა-ასოციაციის დიაგრამის ფრაგმენტი

### 3. დასკვნა

განათლების სისტემაში სასწავლო პროცესების მართვის ხარისხის სრულყოფისათვის მიზანშეწონილია სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა, რომელიც ერთიანი მონაცემთა ბაზების საფუძველზე აიგება. პროგრამული პაკეტის შექმნა მოითხოვს ძნელადფორმალური ბიზნეს-პროცესების და ბიზნეს-წესების აღწერას და მათ მოდელირებას UML ენაზე. საკვლევ ობიექტზე დინამიკური პროცესების ანალიზი სასურველია ჩატარდეს ამ

პროცესების ოპტიმიზაციის მიზნით, რაც მნიშვნელოვნად აისახება ორგანიზაციული სისტემების საქმისწარმოების პროცესების გამარტივებასა და სრულყოფაზე. დინამიკური პროცესების ანალიზი შესაძლებელია ჩატარდეს პეტრის ქსელების ინსტრუმენტით. ფერადი პეტრის ქსელებში ყველაზე კარგადაა შერწყმული პეტრის ქსელებისა და დაპროგრამების (იერარქიულობა, მოდულურობა – დიდი სისტემების მოდელირებისთვის) თეორია, რაც მის დიდ პრაქტიკულ ღირებულებასაც განაპირობებს თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების თვალსაზრისით.

#### ლიტერატურა:

1. ეროვნული სასწავლო გეგმა 2010-2011: სწავლისა და სწავლების ძირითადი პრინციპები, დანართი №1. საქ.განათლების სამინისტრო, 2010
2. სურგულაძე გ., კაშიაძე მ. ორგანიზაციულ სისტემებში ინფორმაციული რესურსების მართვა. სტუ. თბ., 2009
3. სურგულაძე გ., ოხანაშვილი მ., სურგულაძე გ. მარკეტინგის ბიზნეს-პროცესების უნიფიცირებული და იმიტაციური მოდელირება. სტუ. თბ., 2009
4. სურგულაძე გ., გულუა დ. განაწილებული სისტემების მოდელირება უნიფიცირებული პეტრის ქსელებით. მონოგრ., სტუ. თბ., 2006
5. Jensen K., Kristensen L.M., Wells L. Coloured Petri Nets and CPN Tools for Modelling and Validation of Concurrent Systems. Depart. of Computer Science, Univ. of Aarhus, Denmark. 2007

#### OBJECT-ORIENTED MODELLING OF EDUCATIONAL PROCESSES AND THEIR REPRESENTATION WITH COLOURED PETRI NETWORKS

Surguladze Gia<sup>1</sup>, Gulua David<sup>2</sup>, Kashibadze Marina<sup>1</sup>, Kikilashvili Diana<sup>3</sup>

1-Georgian Technical University,

3-Tbilisi State University of I.Djavakhishvili

3-University of the Patriarchy of Georgia

#### Summary

Hereby the issues related to display of business processes of modern school on the basis of object-oriented modeling through the application of UML language are considered. Diagram of precedents, activity and classes of office-work of educational process on the basis of which the concept of construction of the automated system as a whole has been defined are described as well. The mechanism of transformation of model of behavior - diagram of activity of process of final examinations in classes in the corresponding scheme - CPN is offered (painted network Petri) on the basis of which the research of dynamic processes by models imitation is enabled.

#### ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ОТОБРАЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ЦВЕТНЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ.

Сургуладзе Г.<sup>1</sup>, Гулуа Д.<sup>2</sup>, Кашибадзе М.<sup>3</sup>, Кикилашвили Д.<sup>3</sup>

1-Грузинский Технический Университет,

2-Тбилисский Государственный Университет им. И.Джавахишвили

3- Грузинский Университет Патриархии

#### Резюме

Рассматриваются вопросы отображения рабочих процессов современной школы на основе объектно-ориентированного моделирования с использованием языка UML. Описаны диаграммы прецедентов, активностей и классов делопроизводства учебного процесса, на основе которых была определена концепция построения автоматизированной системы в целом. Предложен алгоритм трансформации модели поведения – диаграммы деятельности в соответствующую схему на языке CPN (раскрашенная сеть Петри), на основе которой возможно исследование динамических процессов с помощью имитационной модели.