

## სპეციალობაში გასაუბრების საგარეუდო საკითხები

### ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა

- 1.1. ალბათობის სხვადასხვა განმარტებები, ალბათური სივრცე ([1, გვ. 8-13]).
- 1.2. პირობითი ალბათობა, ხდომილებათა დამოუკიდებლობა ([1, გვ. 44-51], [4, გვ. 18-23]).
- 1.3. შემთხვევითი სიდიდე ([1, გვ. 56-61], [3, გვ. 284-293]) და მისი ფუნქციონალური და რიცხვითი მახასიათებლები ([1, გვ. 61-75], [1, გვ. 110-114], [3, გვ. 81-84]).
- 1.4. მათემატიკური სტატისტიკის ძირითადი ცნებები: გენერალური ერთობლიობა, შერჩევა, შერჩევითი საშუალო და დისპერსია, ემპირიული განაწილების ფუნქცია, წერტილოვანი შეფასებები ([2, გვ. 224-227, 235-236, 289-293], [4, გვ. 253-255]).
- 1.5. მაქსიმალური დასაჯერობის მეთოდი, მომენტთა მეთოდი, ნდობის ინტერვალი ([2, გვ. 293-299], [4, გვ. 256-262]).

### ლიტერატურა

1. ე. ნადარაია, რ. აბსავა, მ. ფაცაცია. ალბათობის თეორია. თსუ გამომცემლობა, 2009 (თსუ ბიბლიოთეკა, ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
2. ო. ფურთუხია. აღწერითი სტატისტიკა, ალბათობა, სტატისტიკური დასკვნების თეორია. გამომცემლობა „მწიგნობარი“, 2008 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა, ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
3. ა. შირიავეი. ალბათობა - 1: ელემენტარული ალბათობის თეორია, მათემატიკური საფუძვლები, ზღვარითი თეორია (Ω, F, P). თსუ გამომცემლობა, 2016 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა, ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
4. M. Lefebvre. Applied Probability and Statistics. Springer, 2006 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა).

### ალგებრა და გეომეტრია

- 2.1. ძირითადი ალგებრული სტრუქტურები: ჯგუფი, რგოლი, ველი და მათი თვისებები ([3, გვ. 5-25]).
- 2.2. მატრიცი, კვადრატულ მატრიცთა ნამრავლის დეტერმინანტის თვისებება, მოქმედებები მატრიცებზე. შებრუნებული მატრიცი, მისი არსებობის პირობა ([3, გვ. 72-84]).
- 2.3. მატრიცის რანგი ([3, გვ. 133-149, 154-157]).
- 2.4. კვადრატული მატრიცის დეტერმინანტი და მისი ძირითადი თვისებები ([3, გვ. 38-51], [4, გვ. 265-310]).
- 2.5. წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემის თავსებადობის კრიტერიუმი: კრონეკერ-კაპელის თეორემა. ზოგადი ამონახსნი ([3, გვ. 149-154], [4, გვ. 1-40]).
- 2.6. სიბრტყის გარდაქმნები ([1, გვ. 47-54], [4, გვ. 58-75]).
- 2.7. ამოცანების ამოხსნა თემაზე: წრფე და სიბრტყე სივრცეში ([2, გვ. 7-86]).

### ლიტერატურა

1. მ. ბაკურაძე, რ. სურმანიძე. გეომეტრია. თსუ, 2015 (ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
2. მ. ბაკურაძე, რ. სურმანიძე. ამოცანების კრებული გეომეტრიაში. თსუ გამომცემლობა, 2018 (თსუ ბიბლიოთეკა, ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
3. გ. ლომაძე. ლექციები უმაღლეს ალგებრაში. თსუ გამომცემლობა, 2006 (თსუ ბიბლიოთეკა, ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
4. O. Bretscher. Linear Algebra with Applications. Pearson, 2013 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა).

## დიფერენციალური განტოლებები

### ა) ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებები

- 3.1. პირველი რიგის წრფივი არაერთგვაროვანი განტოლება. კოშის ფორმულა ([1, გვ. 78-81], [2, გვ. 7-9], [5, გვ. 74-83], [6, გვ. 5-8]).
- 3.2. პირველი რიგის არაწრფივი განტოლების ამონახსნის არსებობისა და ერთადერთობის თეორემა ([1, გვ. 41-42], [2, გვ. 10-14], [4, გვ. 3-12], [5, გვ. 110-119], [6, გვ. 15-36]).
- 3.3. მაღალი რიგის წრფივი მუდმივკოეფიციენტებიანი ერთგვაროვანი განტოლების ზოგადი ამონახსნი ([1, გვ. 90-92], [2, გვ. 24-28], [5, გვ. 280-295], [6, გვ. 127-132]).

### ბ) კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლებები

- 3.1. განტოლების რიგი, მთავარი ნაწილი, მარჯვენა მხარე ან თავისუფალი წევრი, წრფივობა, კვაზიწრფივობა, არაწრფივობა, ტიპი ([3, გვ. 1-6], [1, გვ. 261-268], [7, გვ. 1-3]).
- 3.2. მეორე რიგის წრფივი კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლებების კანონიკური სახეები და ტიპები ([3, გვ. 6-13], [1, გვ. 288-309], [7, გვ. 64-73]).
- 3.3. სიმის თავისუფალი რხევის განტოლება, კოშის ამოცანა, დალამბერის ფორმულა, საწყის-სასაზღვრო ამოცანა ([3, გვ. 14-28], [1, გვ. 313-340], [7, გვ. 76-82, 109-114]).
- 3.4. სიმში სითბოს გავრცელების ამოცანა, ერთადერთობის თეორემა ([3, გვ. 29-37], [1, გვ. 347-356], [7, გვ. 99-109, 116-119]).
- 3.5. ჰარმონიული ფუნქციები, დირიხლეს ამოცანა, ნეიმანის ამოცანა, მაქსიმუმის პრინციპი ([3, გვ. 39-64], [1, გვ. 358-374], [7, გვ. 173-182]).

## ლიტერატურა

1. გ. გიორგაძე. დიფერენციალური განტოლებები. თსუ გამომცემლობა, 2019 (ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
2. თ. თადუმაძე. ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებები, ლექციების კურსი. თსუ, 2011 (თსუ ბიბლიოთეკა, ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
3. ი. თავხელიძე. კერძოწარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლებები. კონსპექტები. თსუ, 2020 (ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
4. რ. კოპლატაძე. არაწრფივი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებები. თსუ, 2020 (ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
5. გ. ხაჭალია. ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებები. გამომცემლობა "განათლება", 1983 (თსუ ბიბლიოთეკა, ელექტრონული ბიბლიოთეკა [https://digitallibrary.tsu.ge/book/xajalia\\_diferencialuri/#/0](https://digitallibrary.tsu.ge/book/xajalia_diferencialuri/#/0)).
6. Sh. Ahmad, A. Ambrosetti, A Textbook on Ordinary Differential Equations. Springer, International Publishing Switzerland, 2015 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა).
7. Y. Pinchover, J. Rubinstein. An Introduction to Partial Differential Equations. Cambridge Univ. Press, 2005 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა).

## მათემატიკური ანალიზი

- 4.1. ნამდვილი რიცხვები. სისრულის აქსიომა. სიმრავლის ზუსტი ზედა და ქვედა საზღვრის ცნება. რიცხვითი კონტინუუმი ([1, გვ. 5-42], [2, გვ. 14-59], [3, გვ. 46-57], [7, გვ. 35-46, 70-73]).
- 4.2. რიცხვითი მიმდევრობა. შემოსაზღვრული მიმდევრობები. მიმდევრობის კრებადობა. კრებად მიმდევრობათა ზოგიერთი ზოგადი თვისება: შემოსაზღვრულობა, ზღვრის ერთადერთობა. რიცხვითი მიმდევრობისათვის არითმეტიკული ოპერაციები და ზღვრული გადასვლები. უტოლობები და

ზღვრული გადასვლები: “ორი პოლიციელის” თეორემა. ფუნდამენტური მიმდევრობა. რიცხვითი მიმდევრობის კრებადობის კოშმის კრიტერიუმი. მონოტონური მიმდევრობები და მათი კრებადობა. რიცხვითი მწკრივი. რიცხვითი მწკრივის კრებადობა. მწკრივის კრებადობის კოშმის კრიტერიუმი. რიცხვითი მწკრივის აბსოლუტური და პირობითი კრებადობა. მწკრივის აბსოლუტური კრებადობის კოშმისა და დალამბერის ნიშნები. მწკრივის კრებადობის ვაიერშტრასის შედარების ნიშანი ([1, გვ. 71-147], [2, გვ. 89-115, 127-148], [3, გვ. 137-181], [7, გვ. 79-103]).

- 4.3. ფუნქცია (ასახვა). ინექციური, სურექციული და ბიექციური ასახვები. ასახვათა კომპოზიცია. ურთიერთშექცეული ასახვები. ფუნქციის გრაფიკის ცნება. ფუნქციის ზღვარი წერტილში. ზღვარზე გადასვლა და არითმეტიკული ოპერაციები. ფუნქციის უწყვეტობა წერტილში. წყვეტის წერტილთა კლასიფიკაცია. სეგმენტზე უწყვეტი ფუნქციის თვისებები: თეორემა შუალედური მნიშვნელობის შესახებ. ვაიერშტრასის თეორემა. თანაბარი უწყვეტობა. კანტორის თეორემა ([1, გვ. 147-209], [2, გვ. 167-212], [3, გვ. 6-22, 223-254], [7, გვ. 106-167]).
- 4.4. წერტილში ფუნქციის წარმოებადობა. ფუნქციის წარმოებული და დიფერენციალი. წარმოებულის გეომეტრიული შინაარსი. არითმეტიკული ოპერაციები და წარმოებადობა. ფუნქციათა კომპოზიციის წარმოებული. შექცეული ფუნქციის წარმოებული. ფუნქციის მაღალი რიგის წარმოებულები ([1, გვ. 241-270], [2, გვ. 261-296, 305-316], [3, გვ. 331-339], [7, გვ. 175-211]).
- 4.5. ფერმას თეორემა. ლაგრანჟის თეორემა სასრული ნაზრდის შესახებ. ფუნქციის მონოტონურობის პირობები. შიდა ექსტრემუმის არსებობის საკმარისი პირობები პირველი რიგის წარმოებულების საშუალებით ([1, გვ. 273-278, 291-293], [2, გვ. 319-323, 325-327, 352-357], [3, გვ. 355-362], [7, გვ. 211-217, 235-239]).
- 4.6. რიმანის ინტეგრალი, განსაზღვრული ინტეგრალის ცნება. რიმანის აზრით ფუნქციის ინტეგრებადობის აუცილებელი პირობა. სეგმენტზე უწყვეტი ფუნქციის ინტეგრებადობა. საშუალო მნიშვნელობის პირველი თეორემა. ნიუტონ ლაიბნიცის ფორმულა. ფუნქციის პირველადის ცნება და მისი მოძებნის ძირითადი წესები ([1, გვ. 366-371, 376-379, 393-398], [2, გვ. 477-486, 502-506, 511-513, 386-403], [3, გვ. 397-427, 435-464], [7, გვ. 306-324, 333-347, 350-364]).
- 4.7. კომპლექსური რიცხვი: ნამდვილი და წარმოსახვითი ნაწილი, მოდული და არგუმენტი, ჩაწერის ფორმები. მოქმედებები კომპლექსურ რიცხვებზე. მუავრის ფორმულა. კომპლექსური სიბრტყე. კომპლექსურ რიცხვთა მიმდევრობის ზღვარი ([5, გვ. 5-20, 172-177], [6, გვ. 5-47]).

## ლიტერატურა

1. ა. ხარაძე, ვ. ჭელიძე, ბ. ხვედელიძე, ი. ქარცივაძე. მათემატიკური ანალიზის კურსი, ტ. I. გამომცემლობა "ცოდნა", 1963 (თსუ ბიბლიოთეკა).
2. ვ. ჭელიძე, ე. წითლანაძე. მათემატიკური ანალიზის კურსი, ტ. 1. თსუ გამომცემლობა, 1976 (თსუ ბიბლიოთეკა).
3. ი. ქარცივაძე. მათემატიკური ანალიზის კურსი, ტომი I. თსუ გამომცემლობა, 1981 (თსუ ბიბლიოთეკა).
4. ვ. ჭელიძე. ნამდვილი ცვლადის ფუნქციათა თეორია. გამომცემლობა "ცოდნა", 1964 (თსუ ბიბლიოთეკა).
5. დ. კვესელავა. კომპლექსური ცვლადის ფუნქციები. თსუ გამომცემლობა, 1966 (თსუ ბიბლიოთეკა).
6. ი. მეცხვარიშვილი. კომპლექსური ცვლადის ფუნქციათა თეორია. გამომცემლობა "განათლება", 1965 (თსუ ბიბლიოთეკა).
7. V.A. Zorich. Mathematical Analysis I, Springer, 2015 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა).

## მათემატიკური ლოგიკა და დისკრეტული სტრუქტურები

- 5.1. დედუქციის თეორემა პროპოზიციული აღრიცხვის ([1, გვ.15-16], [2, გვ. 69]).
- 5.2. სისრულის თეორემა პროპოზიციული აღრიცხვისთვის ([1, გვ. 17-20], [2, გვ. 34-36]).
- 5.3. პრედიკატთა პირველი რიგის აღრიცხვის არაწინააღმდეგობრიობა ([1, გვ. 39], [2, გვ. 69-70]).
- 5.4. თეორემა ლოგიკის ალგებრის ფუნქციათა ცვლადებით გაშლის შესახებ და თეორემა სრულყოფილი დიზიუნქციური ნორმალური ფორმის შესახებ ([1, გვ. 80-81]).
- 5.5. პოსტის თეორემა ბულის ფუნქციათა კლასის სისრულის შესახებ ([1, გვ. 91-93]).

## ლიტერატურა

1. რ. ომანაძე, ა. ყიფიანი. მათემატიკური ლოგიკა და დისკრეტული მთემატიკა. ლექციების კურსი. თსუ, 2010 (ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
2. E. Mendelson. Introduction to Mathematical Logic. CRC Press, 2015 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა).

## მექანიკა

- 6.1. მოცულობითი და ზედაპირული ძალები ([1], გვ. 16-21; [2], Chapter 1, §§1-2, გვ. 5-7).
- 6.2. კოშის ფორმულები ([1], გვ. 21-24; [2], Chapter 1, §3, გვ. 7-10).
- 6.3. წონასწორობის განტოლებები, ძაბვის ტენზორის სიმეტრიულობა ([1], გვ. 24-27; [2], Chapter 1, §4, გვ. 10-14).

## ლიტერატურა

1. გ. ჯაიანი. უწყვეტ გარემოთა მექანიკის მათემატიკური მოდელები. თსუ გამომცემლობა, 2018 (თსუ ბიბლიოთეკა, ელექტრონული სწავლების სისტემის <https://e-learning.tsu.ge> ვებ-გვერდი <https://e-learning.tsu.ge/course/view.php?id=5329>).
2. N. Muskhelishvili. Some Basic Problems of the Mathematical Theory of Elasticity. Springer, 1977 (თსუ ზსმგ მე-11 კორპუსის ბიბლიოთეკა).

## რიცხვითი ანალიზი და გამოთვლითი ტექნოლოგიები

- 7.1. არაწრფივი განტოლებების რიცხვითი ამოხსნის ბისექციის, მარტივი იტერაციისა და ნიუტონის მეთოდები ([2, გვ. 89, 94, 114] ან [4, გვ. 112, 120, 127] ან [5, გვ. 18] ან [6, გვ. 48, 55, 66]);
- ~~7.2.~~ ინტერპოლაციის ამოცანა. ლაგრანჟის და ნიუტონის საინტერპოლაციო ფორმულები ([1, გვ. 78], ან [3, გვ. 45, 50, 58] ან [4, გვ. 151, 156] ან [5, გვ. 90] ან [6, გვ. 104, 123]);
- 7.3. პირველი რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებისათვის კოშის ამოცანის რიცხვითი ამოხსნის ეილერის ცხადი და არაცხადი მეთოდები, რუნგე-კუტას მეთოდები ([1, გვ. 221] ან [5, გვ. 127] ან [6, გვ. 266, 284]);
- 7.4. ცხადი სხვაობიანი სქემა სითბოგამტარობის ერთგანზომილებიანი განტოლებისათვის ჩაწერილი საწყის-სასაზღვრო ამოცანისათვის, აპროქსიმაციის ცდომილება, მდგრადობის პირობა ([1, გვ. 295] ან [5, გვ. 175, 186, 206] ან [6, გვ. 743]).

## ლიტერატურა

1. ა.ა. სამარსკი. რიცხვითი მეთოდების შესავალი. თსუ გამომცემლობა, 2001 (თსუ ბიბლიოთეკა).
2. ჰ. მელაძე, მ. მენთეშაშვილი, ნ. მჭედლიშვილი, ნ. სხირტლაძე. გამოთვლითი მათემატიკის საფუძვლები. ნაწილი I: ცდომილებათა თეორია, წრფივი ალგებრა, არაწრფივი განტოლებები. თსუ გამომცემლობა, 2003 (თსუ ბიბლიოთეკა).
3. ჰ. მელაძე, მ. მენთეშაშვილი, ნ. სხირტლაძე. გამოთვლითი მათემატიკის საფუძვლები, ნაწილი II: ფუნქციათა ინტერპოლაცია და აპროქსიმაცია, რიცხვითი გაწარმოება, რიცხვითი ინტეგრება. თსუ გამომცემლობა, 2005 (თსუ ბიბლიოთეკა).
4. რ.ბოჭორიშვილი, თ.დავითაშვილი. რიცხვითი ანალიზის საფუძვლები (სახელმძღვანელო). თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა – 2013 – 219 გვ.
5. ვ.ი. კოსარევი. 12 ლექცია გამოთვლით მათემატიკაში. თსუ გამომცემლობა, 2003 (თსუ ბიბლიოთეკა).
6. Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Annette M. Burden. Numerical Analysis, 10th Edition. Boston, MA : Cengage Learning, 2016 (<http://197.156.112.159:80/handle/123456789/1576>).