

10. Semenov YE. K. (2021) Formuvannya profesynoyi kompetentnosti maybutnikh pedahohiv profesynoho navchannya iz zastosuvannya tsyfrovyykh tekhnolohiy. [Formation of professional competence of future teachers of vocational training with the use of digital technologies] : dys. d-ra filoz. nauk : 015 Profesiyna osvita. Vinnytsya. 353 s. [in Ukrainian].
11. Potapchuk O. (2023) Current trends in the development of pedagogical systems of Ukraine in the conditions of digitalization of society. *Journal of Education, Health and Sport*. V. 13 (1). P. 300–309.
12. Potapchuk O. I., Lutsyk I. B., Hevko I. V., Buyak B. B. (2022) Implementation of the concept of a Smart university in terms of distance education. *ITLT*. Vol. 92, no. 6. pp. 140–153.
13. Semerikov S. O., Shyshkina M. P., Striuk A. M., Striuk M. I., Mintii I. S., Kalinichenko O. O., Kolgatina L. S., Karpova M. Y. (2021) 8th Workshop on Cloud Technologies in Education : Report. *CTE Workshop Proceedings*. Vol. 8. P. 1–69.

O. Potapchuk. Organizational and pedagogical conditions for the training of future computer specialists for the application of digital technologies.

The article analyses the general trends of digitization of education, which encourages the improvement of classical educational methods. The need to provide the educational process with interesting and accessible content based on the use of modern digital technologies is relevant today. The need to modernize the training of future computer specialists for the use of digital technologies has been established. The purpose of the article is to reveal the peculiarities of defining and implementing the organizational and pedagogical conditions for the training of future specialists in the computer field for the use of digital technologies. Based on the analysis of the literature on the research problem, the results of an expert survey and monitoring of the training process of future computer specialists, the following organizational and pedagogical conditions were determined: organization of research activities of future computer specialists using web technologies; improvement of educational components taking into account digitalization trends; formation of the dynamic content of the training of future computer specialists. The first organizational and pedagogical condition provides for the effective and rational use of the educational process in the educational process for the organization of research activities of students. The second organizational-pedagogical condition involves the constant updating of discipline complexes using the possibilities of modern digital technologies. The third organizational and pedagogical condition involves changes in the content of the training of future specialists by introducing new educational components of a mandatory or selective nature into the curricula. It is noted that the training of future specialists in the computer profile will be effective with the implementation of defined organizational and pedagogical conditions, as necessary in accordance with the digitalization of education as a whole.

Key words: organizational and pedagogical conditions, training system, computer specialists, digital technologies, educational process.

УДК 378.147.091.31-026.12-024.63]:517

DOI <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2024.98.20>

Соколенко Л. О., Трунова О. В.

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ
В ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ 014 СРЕДНЯ ОСВІТА (ІНФОРМАТИКА)
ТА 122 КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

Інтерактивні технології навчання математичних дисциплін, серед яких курс математичний аналіз, студентів при-родничо-математичних та інформатичного напрямів навчання у закладах вищої освіти є досить ефективними на сучасному етапі. У статті розглянуті особливості їх застосування під час навчання студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп'ютерні науки. Виділено ефективні типи інтерактивних технологій навчання, вказано складові системи інтерактивної технології, проведено аналіз ефективності відібраних типів інтерактивних технологій навчання змістового модуля «Диференціальне числення функцій багатьох змінних» курсу математичний аналіз. На конкретних прикладах та задачах розкрито ефективність використання наступних типів інтерактивних технологій навчання: діалогово-дискусійних, аналізу ситуацій, тренінгу, фасилітаційного навчання, використання інформаційно-комунікаційних технологій.

На прикладах розв'язування задач проілюстровано використання діалогово-дискусійної технології, технології аналізу ситуацій навчання під час засвоєння студентами математичних понять: « n -вимірний евклідов простір», «функція багатьох змінних», «границя функції багатьох змінних», «неперервність функції багатьох змінних», «внутрішня точка множини», «відкрита множина», «зв'язна множина», «область простору R_n », «межова точка» та ін. Ефективність технології аналізу ситуацій розкрито на прикладі розв'язування задачі на знаходження області визначення функції двох змінних. Виділені типи задач змістового модуля при розв'язанні яких незамінною є технологія тренінгу. На прикладі доведення тотожності, що містить частинні похідні функції двох змінних, ілюструється використання технології фасилітаційного навчання. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні математичних дисциплін у закладі вищої освіти представлено як невід'ємна складова навчання.

Ключові слова: інтерактивні технології навчання, студенти спеціальностей 014 Середня освіта (Інформатика), 122 Комп'ютерні науки, курс математичний аналіз.

Викладання математичних дисциплін для студентів інформатичного напрямку, зокрема для тих, що навчаються на ОПІ 014 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп'ютерні науки у ЗВО має свої особливості та передбачає застосування різноманітних інтерактивних технологій навчання.

Під *інтерактивними технологіями навчання (ІТН)* розуміють сукупність методів, засобів і форм організації навчання, що забезпечують активний характер взаємодії учасників навчального процесу на засадах співпраці та співтворчості й спрямованих на досягнення поставлених дидактичних цілей [1, с. 14].

Особливості навчання курсу математичний аналіз студентів названих спеціальностей, психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання курсу, роль структурованого мислення в навчанні курсу розкриті у матеріалах конференцій [5; 6; 7].

Метою даної статті є аналіз застосування інтерактивних технологій навчання в процесі викладання курсу математичний аналіз, показ ефективності їх використання під час навчання змістового модуля «Диференціальне числення функцій багатьох змінних».

Проведений аналіз застосування згаданих технологій в процесі викладання курсу математичний аналіз перекоонує в ефективності таких типів технологій навчання: 1) діалогово-дискусійних, 2) аналізу ситуацій, 3) тренінгу, 4) фасилітаційного навчання, 5) використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ).

Інтерактивна технологія навчання як система містить: 1) чітко сплановані цілі навчання, 2) спеціально відібраний та структурований зміст навчання, 3) інтерактивні форми, методи та прийоми, 4) розумові і навчальні дії та процеси у вигляді системи пізнавальних завдань, за допомогою яких студенти можуть досягти запланованих результатів, 5) організаційні та психолого-педагогічні умови, що дозволяють ефективно спланувати та реалізувати інтерактивне навчання.

Саме за такими принципами відбувається навчання курсу математичний аналіз студентів, які опановують ОПІ 014 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп'ютерні науки у Національному університеті «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка.

Методичні рекомендації до навчання трьох перших змістових модулів курсу [4], містять чітко сплановані цілі навчання кожної теми, спеціально відібраний і структурований зміст навчання. За основу їх написання взято класичні підходи до навчання курсу математичний аналіз, запропоновані у підручниках [2; 3; 8]. Практичні заняття представлені у вигляді системи пізнавальних завдань, за допомогою яких студенти можуть досягти запланованих результатів.

У даній статті охарактеризуємо специфіку навчання четвертого змістового модуля курсу «Диференціальне числення функцій багатьох змінних».

Для навчання змістового модуля «Диференціальне числення функцій багатьох змінних» ефективним є наступне використання таких типів ІТН (табл. 1).

Діалогово-дискусійна технологія навчання передбачає спрямування студентів на самостійний пошук власного розуміння наукових понять, законів і теорій та конструювання нових знань шляхом залучення їх до виконання розумових і практичних дій та повідомлення необхідних орієнтирів [1, с. 28].

Представимо окремі **приклад** її використання.

Під час формування поняття «*n*-вимірного евклідового простору» доцільно розпочати з розгляду його окремих випадків, а саме, понять «числової прямої», «числової площини» і «числового простору», відомих студентам. Застосовуючи діалог-бесіду щодо цих понять, підвести до поняття «*n*-вимірного евклідового простору», яке є результатом узагальнення названих вище понять.

Діалогово-дискусійна технологія навчання буде ефективною і під час формування інших математичних понять, зокрема «функція багатьох змінних», «границя функції багатьох змінних», «неперервність функції багатьох змінних» та інших, які є аналогічними до понять відомих студентам з першого семестру.

Ця технологія застосовується і на практичних заняттях, під час засвоєння понять «внутрішня точка множини», «відкрита множина», «зв'язна множина», «область простору R_n », «межова точка» та інших.

Технологія *аналізу ситуацій* є ефективною під час введення та засвоєння понять, під час доведення теорем, розв'язування практичних та прикладних задач.

Задача 1. Знайдіть область визначення функції $z = \frac{\sqrt{4x - y^2}}{1 - x^2 - y^2}$ і зробіть відповідний рисунок.

Для знаходження $D(z)$ студенти мають проаналізувати, яких значень можуть набувати підкореневий вираз, під логарифмічний вираз та знаменник дробу.

$$\text{Склавши систему нерівностей} \begin{cases} 4x - y^2 \geq 0, \\ 1 - x^2 - y^2 > 0, \\ 1 - x^2 - y^2 \neq 1 \end{cases} \text{ та перетворивши її одержують, що } D(z): \begin{cases} y^2 \leq 4x, \\ x^2 + y^2 < 1, \\ x^2 + y^2 \neq 0. \end{cases}$$

Технологія *тренінгу* є незамінною під час навчання студентів знаходити границі функції багатьох змінних (за означенням; використовуючи: 1) спосіб переходу до полярних координат, 2) визначні границі, 3) допоміжні нерівності). А також під час навчання студентів знаходити частинні похідні першого та вищих порядків функцій двох змінних.

Таблиця 1

Використання типів ІТН для навчання змістового модуля «Диференціальне числення функцій багатьох змінних»

№	Тема змістового модуля	Зміст теми	Типи інтерактивних технологій навчання та особливості їх застосування				
			Діалогово-дискусійні	Аналізу ситуацій	Тренінгу	Фасилітаційного навчання	Використання ІКТ
«Диференціальне числення функцій багатьох змінних»							
1	Тема 11. Функції багатьох змінних. Границя та неперервність функції багатьох змінних.	1. Поняття n-вимірного евклідового простору. Множини точок n-вимірного евклідового простору.	введення понять	введення понять		введення понять	введення понять
		2. Відстань між точками в n-вимірного точковому просторі.	введення понять та розгляду властивостей			введення понять та розгляду властивостей	введення понять та розгляду властивостей
		3. Околиці точок.					
		4. Поняття функції багатьох змінних.	введення понять	Засвоєння понять	засвоєння понять	засвоєння понять	засвоєння понять
		5. Границя і неперервність функції багатьох змінних.					
		6. Теорема Вейерштрасса. Теорема Больцано-Коші.				засвоєння теорем	
2	Тема 12. Частинні похідні, диференційованість і диференціал функції багатьох змінних.	1. Означення частинних похідних та їх знаходження.		введення та засвоєння понять	засвоєння понять	засвоєння понять	
		2. Диференційованість функції в точці.	введення понять та формулювання теорем	засвоєння теорем		засвоєння теорем	
		3. Диференціал функції.	введення понять		засвоєння понять	засвоєння понять	
		4. Поняття частинних похідних вищих порядків.	введення понять	засвоєння понять	засвоєння понять	засвоєння понять	
3	Тема 13. Екстремуми функції багатьох змінних.	1. Локальні екстремуми функції багатьох змінних. Необхідні умови локального екстремуму.	введення понять та формулювання теорем	доведення теорем	засвоєння теорем	засвоєння теорем	
		2. Достатні умови локального екстремуму.	формулювання теорем				
		3. Дослідження функцій двох змінних на екстремуми.	Засвоєння теорем та розв'язування задач				

Технологія *фасилітаційного навчання* є наступним ефективним типом ІТН, які використовуються під час викладання курсу в цілому і даного змістового модуля зокрема.

Педагогічна фасилітація є багатофункціональною взаємодією, за якої викладач вишу займає позицію консультанта-фасилітатора, виступаючи «помічником» студентів, фахівцем, який підтримує, супроводжує процес вироблення в них нового досвіду [1, с. 141].

Ряд її характеристик, до яких відносять співпрацю, наявність власної позиції кожного студента, індивідуальність та рівність, саморозкриття, замученість кожного до спільної діяльності, свідчать на користь її використання під час проведення практичних занять з курсу математичний аналіз.

Прокоментуємо це на прикладі розв'язування задачі на доведення тотожності.

Задача 2. Для заданої функції $u = x^y \cdot y^x$ показати, що $x \frac{du}{dx} + y \frac{du}{dy} = (x + y + \ln u) \cdot u$.

Під час доведення тотожності викладач пропонує студентам згадати способи доведення тотожностей, скласти алгоритм доведення, який передбачає знаходження частинних похідних $\frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}$ та зведення лівої частини рівності до правої.

При цьому, в умовах дистанційного навчання, до виконання кроків алгоритму залучаються декілька студентів, а інші студенти групи перевіряють правильність виконання кроків алгоритму та вносять відповідні корективи. У разі необхідності викладач виступає у ролі консультанта.

Використання інформаційно комунікаційних-технологій (ІКТ) у навчанні математичних дисциплін у ЗВО є невід’ємною складовою навчання. Використання програмного забезпечення, *GeoGebra*, *Gran1*, *Gran2*, *Mathcad* є ефективним під час навчання численних математичних дисциплін, серед яких і курс математичного аналізу. У табл. 1 вказано під час засвоєння яких тем даного змістового модуля доречним є використання ІКТ. На рисунку 1 представлено доведення тотожності із задачі 2.

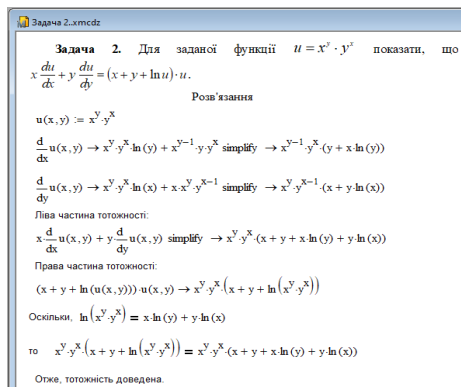


Рис. 1.

У монографії «Сучасні інформаційно-комунікаційні технології у навчанні математичних дисциплін в ЗВО» [10], ці питання розкрито відносно численного програмного забезпечення, серед якого *GeoGebra*, *Gran1*, *Gran2*, *Mathcad* та ін.

ППЗ *GeoGebra*, *Gran 1*, *Gran 2* допомагають у візуалізації математичних понять, при побудові рисунків.

Задача 3. З’ясуйте чи є наступні множини відкритими. Відповідь обґрунтуйте.

а) $C = \{(x; y) | x, y \in R, x^2 + y^2 > 4\}$,

б) $D = \{(x; y) | x, y \in R, 1 \leq (x - 4)^2 + (y - 3)^2 \leq 4\}$.

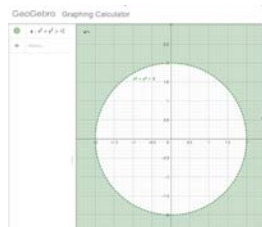


Рис. 2.

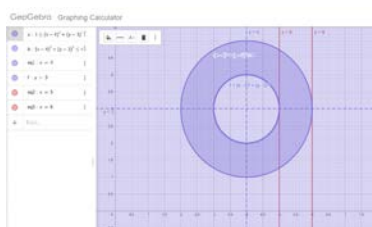


Рис. 3.

Виконання рисунків 2 та 3 під час розв’язування задачі допомагає студентам зробити правильні висновки, щодо відкритості наступних множин

Висновки. Проведений в статті аналіз стану проблеми використання інтерактивних технологій навчання курсу математичний аналіз свідчить про їх ефективність в навчальному процесі. Саме ці технології в використовуються нами під час навчання студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп’ютерні науки. Подальша робота по створенню методики навчання курсу триває.

Використана література:

1. Волкова Н. П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі : навчально-методичний посібник. Дніпро : Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. 360 с.
2. Давидов М. О. Курс математичного аналізу : підручник : у 3 ч. Ч. 1. Функції однієї змінної. – 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Вища школа, 1990. 383 с.
3. Давидов М. О. Курс математичного аналізу : підручник : у 3 ч. Ч. 2. Функції багатьох змінних і диференціальні рівняння. – 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Вища школа, 1991. 366 с.
4. Соколенко Л. О. Математичний аналіз : Методичні рекомендації до навчання курсу «Математичний аналіз» для студентів спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика) та спеціальності 122 Комп’ютерні науки. Частина 1 «Вступ до аналізу. Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної». Чернівці : НУЧК імені Т. Г. Шевченка, 2023. 152 с.
5. Соколенко Л. О. Особливості навчання курсу математичний аналіз студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп’ютерні науки. *Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень* : матеріали IV Міжнар. наук. конф., м. Житомир, 10 лютого, 2023 р. Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця : Європейська наукова платформа, 2023. С. 175–181.

6. Соколенко Л. О. Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання курсу математичний аналіз студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп'ютерні науки. *Технології, інструменти та стратегії реалізації наукових досліджень* : матеріали V Міжнар. наук. конф., м. Київ, 24 лютого, 2023 р. Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця : Європейська наукова платформа, 2023. С. 210–215.
7. Соколенко Л. О. Роль структурованого мислення в навчанні курсу математичний аналіз студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Інформатика) та 122 Комп'ютерні науки. Матеріали X міжнар. наук.-метод. конф. «Проблеми математичної освіти» (ПМО-2023), м. Черкаси, 6–7 квітня 2023 р. Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2023. С. 110–111.
8. Соколенко О. І. Вища математика : підручник. Київ : Видавничий центр «Академія», 2002. 432 с.
9. Соколенко О. І., Новик Г. А. Вища математика в прикладах і задачах: навч. посібник. Київ : Либідь, 2001. 248 с.
10. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології у навчанні математичних дисциплін в ЗВО / Ткач Ю.М. та ін.; за ред. Ю. М. Ткач Ніжин, 2016. 358 с.

References:

1. Volkova N. P. (2018) Interaktyvni tekhnolohiyi navchannya u vyshchii shkoli: navchal'no-metodychnyy posibnyk. [Interactive learning technologies in higher education]. Dnipro : Universytet imeni Al'freda Nobelya. 360 s. [in Ukrainian].
2. Davydov M. O. (1990) Kurs matematychnoho analizu. [Course of mathematical analysis] : Pidruchnyk : u 3 ch. CH. 1. Funktsiyi odniyeyi zminnoyi. [Functions of one variable]. – 2-he vyd., pererob. i dopov. Kyiv : *Vyshcha shkola*. 383 s. [in Ukrainian].
3. Davydov M. O. (1991) Kurs matematychnoho analizu. [Course of mathematical analysis] : Pidruchnyk: u 3 ch. CH. 2. Funktsiyi bahat'okh zminnykh i dyferentsial'ni rivnyannya. [Functions of several variables and differential equations]. – 2-he vyd., pererob. i dopov. Kyiv : *Vyshcha shkola*. 366 s. [in Ukrainian].
4. Sokolenko L. O. (2023) Matematychnyy analiz : Metodychni rekomendatsiyi do navchannya kursu «Matematychnyy analiz» dlya studentiv spetsial'nosti 014 Serednya osvita (Informatyka) ta spetsial'nosti 122 Komp'yuterni nauky. [Mathematical analysis : Methodological recommendations for studying the course "Mathematical analysis" for students of specialty 014 Secondary education (Informatics) and specialty 122 Computer science. Chastyna 1 «Vstup do analizu. Dyferentsial'ne ta intehral'ne chyslennya funktsiyi odniyeyi zminnoyi» («Introduction to analysis. Differential and integral calculus of functions of one variable»)]. [elektronne vydannya]. Chernihiv : NUCHK imeni T.H. Shevchenka. 152 s. [in Ukrainian].
5. Sokolenko L. O. (2023) Osoblyvosti navchannya kursu matematychnyy analiz studentiv spetsial'nostey 014 Serednya osvita (Informatyka) ta 122 Komp'yuterni nauky. [Peculiarities of studying the mathematical analysis course for students majoring in 014 Secondary Education (Information) and 122 Computer Sciences]. *Tradytsiyi ta innovatsiyi pidkhydy do naukovykh doslidzhen* : materialy IV Mizhnar. nauk. CONF., m. Zhytomyr, 10 lyutoho, 2023 r. Mizhnarodnyy tsentr naukovykh doslidzhen'. Vinnytsya : Yevropeys'ka naukova platforma. S. 175–181 [in Ukrainian].
6. Sokolenko L. O. (2023) Psykholoho-pedahohichni ta metodychni osnovy rozvyval'noho navchannya kursu matematychnyy analiz studentiv spetsial'nostey 014 Serednya osvita (Informatyka) ta 122 Komp'yuterni nauky. [Psychological-pedagogical and methodical foundations of developmental learning course mathematical analysis of students majors 014 Secondary Education (Information) and 122 Computer Sciences]. *Tekhnolohiyi, instrumenty ta stratehiyi realizatsiyi naukovykh doslidzhen'* : materialy V Mizhnar. nauk. CONF., m. Kyiv, 24 lyutoho, 2023 r. Mizhnarodnyy tsentr naukovykh doslidzhen'. Vinnytsya : Yevropeys'ka naukova platforma. S. 210–215 [in Ukrainian].
7. Sokolenko L. O. (2023) Rol' strukturovanoho myslennya v navchanni kursu matematychnyy analiz studentiv spetsial'nostey 014 Serednya osvita (Informatyka) ta 122 Komp'yuterni nauky. [The role of structured thought in teaching the mathematical analysis course of students profession line in 014 Secondary Education (Information) and 122 Computer Sciences]. *Materialy X mizhnar. nauk.-metod. CONF. «Problemy matematychnoyi osvity»* (PМО-2023), m. Cherkasy, 6–7 kvitnya 2023 r. Cherkasy: Vyd. vid. CHNU im. B. Khmel'nyts'koho. S. 110-111 [in Ukrainian].
8. Sokolenko O. I. (2002) Vyshcha matematyka. [Higher mathematics] : Pidruchnyk. Kyiv : Vydavnychyy tsentr «Akademiya» 432 s. [in Ukrainian].
9. Sokolenko O. I., Novyk H. A. (2001) Vyshcha matematyka v prykladakh i zadachakh: Navch. posibnyk. Kyiv : Lybid 248 s. [in Ukrainian].
10. Tkach YU.M. (2016) Suchasni informatsiyi-komunikatsiyi tekhnolohiyi u navchanni matematychnykh dystsyplin v ZVO. [Modern information and communication technologies in the teaching of mathematical disciplines in institutions of higher education]. Nizhyn. 358 s. [in Ukrainian].

L. Sokolenko, O. Trunova. The application of interactive learning technologies to teach the mathematical analysis course for students of the specialties 014 Secondary education (informatics) and 122 Computer sciences.

Interactive technologies for teaching mathematical disciplines, including the mathematical analysis course, for students of natural-mathematical and informatics fields of study in institutions of higher education are quite effective at the current stage. The article examines the peculiarities of their application during the education of students of specialties 014 Secondary Education (Informatics) and 122 Computer Science. The article examines the peculiarities of their application during the education of students of specialties 014 Secondary Education (Informatics) and Effective types of interactive learning technologies are identified. The components of interactive technology systems are indicated. An analysis of the effectiveness of selected types of interactive learning technologies of the content module "Numerical differentiation of functions of several variables" of the mathematical analysis course is carried out. Using specific examples and tasks, the effectiveness of using the following types of interactive learning technologies is revealed: dialogue-discussion, situation analysis, training, facilitation training and use of information, and communication technologies.

The use of dialogue-discussion teaching technology during students' assimilation of mathematical concepts is illustrated: "n-dimensional Euclidean space", "functions of several variables", "limit of a function of several variables", "continuity of a function of several variables", "interior point of a set", "open set", "connected set", "region of space R_n ", "point of accumulation" etc. The effectiveness of situation analysis technology is revealed in the example of solving the problem of finding the domain of definition of the function of two variables. Selected types of issues of the content module are irreplaceable during the education of students, the solution of which is the training technology. The example of proof of identity containing partial derivative functions of two variables illustrates the use of facilitation learning technology. Information and communication technologies in teaching mathematical disciplines in a higher education institution are presented as an integral component of education.

Key words: *interactive learning technologies, students of specialties 014 Secondary education (Informatics), 122 Computer science, mathematical analysis course.*