

referenced/used the same expositions in PowerPoint or Word documents for both the F2F and hybrid students when introducing new topics or referencing real-world applications or describing usage of applicable (e.g., Solver, Regression) tools, and additionally assigned for online study by hybrid students viewing narrated videos (whether professor-created or available through YouTube). For each of the three testing weeks, practice test questions were discussed in the F2F class and available online (with solutions) for all students. The F2F and hybrid students shared the identical learning objectives (listed in the syllabus), assigned textbook readings, five quizzes, three tests (on three respective modules, the first on ANOVA and linear regression, the second on linear programming, the third on forecasting and decision analysis), and an optional (in effect, able to replace the lowest test grade) cumulative final exam. Each quiz and test, and the final exam, comprised 20 multiple-choice questions. The five quizzes (each worth 20 points, with the higher of up to two attempts serving as the recorded grade) were non-proctored, evenly spaced throughout the term, and taken online. Each quiz was preceded by an online practice quiz for which solutions were subsequently provided so students could check their work. The tests and final exam (each worth 100 points) were proctored and taken in class. The numerical course grade (which could range from 0 to 100) was the average of the quiz grade total and the three highest of the test and final exam grades.

For both the F2F and hybrid students, the identical course material (including the aforementioned PowerPoint and Word documents and narrated videos) was posted to Deslre2Learn (D2L), the course management system used by the university for all of its courses. The upper-level organization of that material as posted to D2L (see Table 2) was identical for the F2F and hybrid students. The lower-level organization of the material differed between the F2F and hybrid sections in one key respect: for each topic, the material placed in an In class folder for the F2F students was subdivided into Online and In class folders for the hybrid students so that the hybrid students could readily locate the material supporting their online self-study on that topic. For both the F2F and hybrid students, optional material for students to explore the topic in more depth was placed in an Additional Materials folder. We recommend further research that focuses on the effect on student learning (in specific courses) of the choices of, and student time spent on, active and passive learning activities.

**Анотація. Рудченко Т., Чашечникова О. Ефективність гібридного навчання face-to-face.**

*Представлено один з етапів виконання досліджень у рамках спільного україно-американського проекту по вивченню специфіки розвитку інтелектуальних умінь та творчого мислення учнів та студентів. Порівнювалася ефективність традиційного навчання та так званого «гібридного навчання», що передбачало поєднувати традиційне навчання та навчання он-лайн з метою компенсації зменшення так званих «контактних годин».*

**Ключові слова:** навчання математики; гібридне навчання; навчання face-to-face.

**Аннотация. Рудченко Т., Чашечникова О. Эффективность гибридного обучения face-to-face.**

*Представлен один из этапов выполнения исследований в рамках совместного украинско-американского проекта по изучению специфики развития интеллектуальных умений и творческого мышления учащихся и студентов. Сравнивалась эффективность традиционного обучения и так называемого «гибридного обучения», которое предусматривало сочетать традиционное обучение и обучение он-лайн с целью компенсации уменьшения так называемых «контактных часов».*

**Ключевые слова:** обучение математике; гибридное обучение; обучение face-to-face.

**Summary. Rudchenko T., Chashechnikova O. On the relative effectiveness of hybrid and face-to-face teaching.** *One of the stages of implementation of researches is presented within the framework of the general Ukrainian-American project on the study of specific of development of intellectual abilities and creative thinking of students and students. Efficiency was compared of the traditional educating and so-called "hybrid educating", envisaging combination of the traditional educating and educating on-line with the purpose of indemnification of reduction of the so-called "pin clock".*

**Key words:** teaching mathematics; hybrid teaching; teaching of face-to-face.

**С. П. Семенець**

*доктор педагогічних наук, професор*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир*

*sergij.semenets@zu.edu.ua*

## ПРИНЦИП РОЗВИВАЛЬНОЇ НАСТУПНОСТІ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

У ході розроблення концепції моделі навчально-математичної діяльності, в процесі створення теорії задач розвивальної математичної освіти втілювався принцип розвивальної наступності. Власне кажучи, на концептуальному рівні в теорію навчання математики впроваджено наукову ідею про доцільність постановки та розв'язування задач *чотирьох рівнів змістового теоретичного узагальнення*. Визначена ієрархія задач, з одного боку, забезпечує інтеграцію дедуктивної суті математики та діяльнісної теорії її навчання, а з іншого – забезпечує індивідуалізацію процесу учіння та вможливає встановлення в навчанні математики однієї із чотирьох зон найближчого математичного розвитку [1].

За визначенням С. У. Гончаренка «Наступність у навчанні – послідовність і системність у розміщенні навчального матеріалу, зв'язок і узгодженість ступенів і етапів навчально-виховного процесу. Здійснюється при переході від одного уроку до наступного (тобто в системі уроків), від одного року навчання до наступного [2, с. 227]. Отож, наступність у навчанні є засадничим принципом у процесі структурування змісту навчального матеріалу, формування системності знань, а також забезпечення професійної підготовки фахівців в умовах неперервної освіти.

Аналіз особливостей розвитку особистості в підлітковому, юнацькому та ранньому дорослому вікових періодах дозволив дійти висновку, що кожний наступний із них вирізняється від попереднього розвивальною наступністю. Кожному віковому періоду відповідає центральне психологічне новоутворення особистості, що формується завдяки розвитку новоутворень попередніх вікових періодів, і, яке за змістом, структурою та способами реалізації в діяльності є складнішим. У процесі провідної (навчальної, навчально-професійної) діяльності формуються складніші індивідуально-психологічні утворення, засвоюються узагальнені способи дій і мислення, а зрештою, кількісних і якісних змін зазнають усі особистісні виміри: діяльнісний, генетичний, соціально-психологічно-індивідуальний. Загалом, у динаміці едукації (навчання, виховання, розвиток) простежується різнорівнева (вертикальна) розвивальна наступність стосовно різних вікових періодів і ступенів освіти: *основна школа – старша школа – ВНЗ*.

Динаміка розвитку особистості школяра і студента спричиняє однорівневу (горизонтальну) розвивальну наступність у навчанні, що передбачає послідовність і систематичність у оволодінні теоретичним матеріалом, засвоєнні узагальнених способів дій, формуванні індивідуально-психологічних утворень і розвитку особистісних вимірів. Горизонтальна розвивальна наступність має досягатися при вивченні теми, розділу, змістової лінії, дисципліни. Необхідно, щоб такій динаміці відповідали зміст навчальних програм і підручників, структура системи уроків (лекційних, практичних і лабораторних занять). *Насправді розвивальна наступність має бути сутнісною характеристикою процесу навчання, а принцип розвивальної наступності стати засадничим положенням теорії розвивального навчання.*

З огляду на вищезазначене, концептуальною ідеєю розроблення теорії задач розвивального навчання математики послуговував *принцип розвивальної наступності, згідно з яким кожен наступний тип задач вирізняється від попереднього вищим рівнем змістового теоретичного узагальнення*. Насправді сформульований принцип запроваджує в навчальний процес думку про те, що математичні здібності розвиваються на основі генетичної здібності – індивідуально-психологічної властивості суб'єкта навчання *узагальнювати* зміст математичної освіти [3, с. 375]. Ключову роль у цьому процесі відіграє метод теоретичного (математичного, навчального) моделювання, що забезпечує формування узагальненого способу дій і мислення задля реалізації в типових задачних ситуаціях з математики. Відтак, принцип розвивальної наступності в навчанні математики, з одного боку, передбачає актуалізацію змістово-теоретичних дій (аналіз, планування, абстрагування, узагальнення, рефлексія) й активізацію теоретичного типу мислення, а з іншого – втілює задачний підхід до формування навчально-математичної діяльності та розвитку математичних здібностей суб'єктів навчання. *Перший рівень* задачної системи розвивального навчання математики займають базові (прикладні) задачі, завдяки яким розв'язується проблема походження математичних знань, реалізовується метод математичного моделювання, розв'язуються математичні задачі. *Другому рівню* відповідають навчальні задачі з математики, що передбачають навчальне моделювання процесу розв'язування типових задач з математики. Навчально-теоретичні задачі з математики (задачі *третього рівня* змістового теоретичного узагальнення) забезпечують формування узагальнених способів дій у процесі розв'язування задач змістової лінії, реалізації загально-математичних і загальнологічних методів розв'язування (доведення і дослідження). *Четвертий рівень* задачної системи займають навчально-дослідницькі задачі з математики, які, окрім рівня теоретичного узагальнення, вирізняються новизною одержаного результату. Такі задачі розв'язуються вже в старшій школі в рамках постійно діючих математичних конкурсів, зокрема конкурсу-захисту учнівських робіт Малої академії наук України. Цілісності запровадження принципу розвивальної наступності в навчанні математики слугує те, що на кожному рівні задачної системи забезпечується рефлексія процесу учіння, тут суб'єкти навчання роблять самоаналіз, самоконтроль і самооцінку виконаної навчально-математичної діяльності.

Отже, розвивальне навчання математики реалізує принцип розвивальної наступності, згідно з яким будується чотирирівнева задачна система як програма навчально-математичної діяльності. Окреслені рівні змістово-теоретичного узагальнення задачної системи співвідносяться із зонами найближчого математичного розвитку суб'єктів навчально-математичної діяльності. Відтак, у навчальному процесі створюються чотири зони найближчого математичного розвитку учнів (студентів): *базова зона* відповідає першому рівню задачної системи розвивального навчання математики, на якому формуються вміння створювати математичні моделі, формулювати та розв'язувати математичні задачі; *навчальна зона* співвідноситься з другим рівнем теоретичного узагальнення задач, де розв'язуються навчальні задачі з математики, будуються навчальні моделі; *навчально-теоретична зона* корелюється з третім рівнем задачної системи, на якому розв'язуються навчально-теоретичні задачі з математики, моделюються загальнологічні та загально-математичні методи розв'язування; *навчально-дослідницька зона найближчого математичного розвитку* створюється в процесі розв'язування задач четвертого рівня змістово-теоретичного узагальнення і передбачає виконання математичних досліджень.

Названі зони встановлюються в умовах співпраці вчителя (викладача) та учнів (студентів), у процесі колективного і колективно розподіленого розв'язування окреслених типів задач. *Перетворення зони найближчого математичного розвитку в зону актуального розвитку (де відповідний тип задач розв'язується самостійно) засвідчує про нову інтелектуальну якість, перехід суб'єкта навчально-математичної діяльності (його математичних здібностей) на вищий рівень розвитку. Власне, так у навчанні математики забезпечується практичне втілення принципу розвивальної наступності.*

Підсумовуючи, зауважимо, що принцип розвивальної наступності визначає правило побудови задачної системи розвивального навчання математики, водночас він слугує основним (засадничим) положенням, за яким конструюється задачна структура навчально-математичної діяльності та окреслюються зони найближчого математичного розвитку суб'єктів цієї діяльності. Реалізація цього принципу вможливує досягнення стратегічної мети розвивального навчання математики: повноцінний розвиток учнів (студентів) на діяльнісному, генетичному, соціально-психологічно-індивідуальному вимірах особистості. Діяльний рівень представлений навчально-математичною діяльністю та узагальненими навчальними діями, генетичний – математичними здібностями (математичною обдарованістю), соціально-психологічно-індивідуальний вимір репрезентує науково-теоретичне (структурно-математичне) і творче математичне мислення.

#### Література

1. Семенець С. П. Методологія і теорія розвивального навчання математики: [монографія] / С. П. Семенець. – Житомир : О. О. Євенок, 2015. – 236 с.
2. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – К. : Либідь, 1997. – 376 с.
3. Крутецкий В. А. Психология математических способностей школьников / В. А. Крутецкий. – М. : Просвещение, 1968. – 432 с.

**Анотація. Семенець С. П. Принцип розвивальної наступності в навчанні математики.** Обґрунтовано принцип розвивальної наступності в навчанні математики, що втілюється при побудові задачної системи розвивального навчання математики, конструюванні задачної структури навчально-математичної діяльності, окресленні зон найближчого математичного розвитку суб'єктів навчання.

**Ключові слова:** розвивальна наступність, задачна система, навчально-математична діяльність, розвивальне навчання математики, зони найближчого математичного розвитку.

**Аннотация. Семенец С. П. Принцип развивающей преемственности в обучении математике.** Обоснован принцип развивающей преемственности в обучении математике, который воплощается при построении задачной системы развивающего обучения математике, конструировании структуры учебно-математической деятельности, определении зон ближайшего математического развития.

**Ключевые слова:** развивающая преемственность, задачная система, учебно-математическая деятельность, развивающее обучение математике, зоны ближайшего математического развития.

**Summary. Semenets S. P. The Principle of educational continuity in the teaching of mathematics.** Justified the principle of educational continuity in the teaching of mathematics, which is embodied in the construction of a system of problems of developmental teaching mathematics, the design of a task-curricular mathematical activities, identifying zones of proximal mathematics development of the subjects of study.

**Key words:** educational continuity, task system, teaching mathematical activities, developing the teaching of mathematics, the zone of proximal mathematics development.

**Б. А. Сусь**

доктор педагогічних наук, професор

Військовий інститут інформатизації та телекомунікацій, м. Київ

**Б. Б. Сусь**

кандидат фізико-математичних наук, викладач

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

bogdansus@gmail.com

#### ФІЗИЧНИЙ ЗМІСТ ПОНЯТТЯ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ЗАРЯД»

Фізика як наука невинно розвивається, але є багато традиційних проблемних питань, на які вчорашня і сучасна наука не має однозначної відповіді. До таких питань відноситься поняття «заряд». Ми вживаємо термін «електричний заряд» як щось таке, що не потребує пояснень. Ось як можна прочитати шкільному підручнику: «*Електричний заряд характеризує властивість тіла до певної взаємодії... Відомою з дослідів фундаментальною властивістю електричного заряду є те, що він існує в двох видах, умовно названих додатніми і від'ємними зарядами. Заряди одного знаку відштовхуються, а протилежних знаків – притягуються*» [1, с. 11]. У вищій школі становище подібне: «*Всі тіла в природі здатні електризуватися, тобто набувати електричного заряду. Заряджене тіло взаємодіє з іншими*