

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Доброштан О.О., Спичак Т.С., Назаренко Г.О. Реалізація синергетичного підходу до навчання вищої математики майбутніх судноводіїв. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 3(21). С. 53-58.

Dobroshtan O., Spychak T., Nazarenko H. Realizing the synergistic approach to learning higher mathematics future navigators. Physical and Mathematical Education. 2019. Issue 3(21). P. 53-58.

DOI 10.31110/2413-1571-2019-021-3-008
 УДК 51:378

О.О. Доброштан
 Херсонська державна морська академія, Україна
 Dobroshtan16@gmail.com
 ORCID: 0000-0003-0313-6336

Т.С. Спичак
 Херсонська державна морська академія, Україна
 gb-xbckj@ukr.net
 ORCID: 0000-0002-0054-8768

Г.О. Назаренко
 Херсонська державна морська академія, Україна
 ganna.nazarenko1988@gmail.com

РЕАЛІЗАЦІЯ СИНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ ДО НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІЇВ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Сучасна глобалізація суспільства зумовила значний інтерес науки та практики до проблеми підготовки майбутніх фахівців морського торгового флоту. Тому, одним із стратегічних завдань України є необхідність реформування сучасної системи підготовки, зокрема математичної як складової, майбутніх судноводіїв відповідно до міжнародних і національних стандартів, а саме «Міжнародна Конвенція з підготовки, дипломування моряків і несення вахти» (2010 р.), «Міжнародний Кодекс з управління безпекою», «Конвенція з охорони людського життя на морі», «Морська доктрина України», «Стратегічний план розвитку морського транспорту на період до 2020 року», «Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року» тощо. Сучасна морська галузь потребує фахівців нового типу, які здатні мислити стратегічно, оперативно та тактично при плануванні рейсу судна; розраховує безпечний шлях; контролює положення судна; знаходить нетрадиційні підходи до розв'язання нестандартних задач, що повсякчас виникають у повсякденній роботі штурмана, а тому існує необхідність у розробці наукових підходів до підготовки таких фахівців морської галузі, і саме синергетичний підхід є одним з таких.

Матеріали і методи. Аналіз та систематизація науково-педагогічної літератури щодо реалізації синергетичного підходу до навчання вищої математики майбутніх судноводіїв.

Результати. У ході дослідження було проаналізовано ряд джерел, що дало змогу зробити висновок, що протягом останніх років у науково-педагогічній літературі значна увага стала приділятися проблемі використання ідей синергетики в освіті. Вчені вбачають можливості застосування цієї науки в різних напрямках удосконалення навчально-виховного процесу й підготовки майбутніх фахівців, зокрема морської галузі. У статті було розглянуто основні поняття синергії як педагогічної категорії та можливості реалізації синергетичного підходу до навчання вищої математики майбутніх судноводіїв у вищому морському навчальному закладі. Обговорюється роль математичного моделювання для розвитку розуміння розв'язання різноманітних задач професійного змісту.

Висновки. З'ясовано, що синергетичність особистості майбутнього судноводія, що ґрунтується на міждисциплінарній обізнаності та відповідальності за свої рішення та вчинки має вагоме значення у професійній діяльності майбутнього моряка та має значне соціальне значення у сучасному світі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: синергетика, синергетичний підхід до навчання, вища математика, майбутній судноводій.

ВСТУП

Постановка проблеми. Головною тенденцією сучасного суспільства та світу загалом є оновлення знань, при чому цей процес спрямований на створення певної цілісності інформаційної бази. У наші дні розвиток науки та техніки вкрай бурхливий, тому конкретні спеціалізовані знання втрачають свою актуальність та прикладну цінність кожне десятиріччя. Все це вимагає побудови такої методичної системи, яка будується на міждисциплінарних зв'язках, яка здатна до самоорганізації та самовдосконалення у сучасних умовах буття. Однією з таких підходів є синергетичний, який базується

у домінуванні у освітній діяльності самоосвіти, самоорганізації, самоврядування й полягає у стимулюючому впливі на тих, хто навчається, з метою їх саморозвитку у процесі співробітництва з іншими людьми, природою та самим з собою. А це вкрай важливо для працівників морської галузі, робота яких постійно вимагає розв'язання нестандартних задач і вимагає швидких раціональних рішень, при цьому пов'язана з постійним ризиком, небезпекою та психологічною напругою. Згідно з даними досліджень і особистого досвіду досвідчених фахівців морської галузі, головною причиною аварійності у морі є людський фактор. Саме помилки моряків призводять до жаклих аварій на водному транспорті, людських жертв та екологічних катастроф. За даними страхової компанії P&I Club UK близько 25% всіх катастроф на морі відбуваються з вини вахтового помічника капітана. При цьому, лише в 2% випадків причинами аварії називають похибки, допущені з вини механіків. Вахтові офіцери змушені мати справу з великою кількістю динамічних зворотних зв'язків, прикладом може слугувати здійснення маневру по розбіжності судів, рульовий повинен змоделювати поведінку колеги з іншого судна, щоб уникнути можливої аварії. Саме тому **метою** нашої статті було зробити аналіз синергетичного підходу до навчання як наукового методу навчання вищої математики майбутніх судноводіїв у вищому морському навальному закладі.

Аналіз досліджень та публікацій. Методологія синергетики досить широко розвивається завдяки науковим пошукам В.Андрєєва, Л.Зоріної, В.Редюхіним, водночас основи синергетики закладено Г.Шефером. З'ясовано, що основу синергетики складають саме математичні моделі у природничих та соціальних проблемах. Саме поняття «синергетика» (у перекладі з грецької «син Ергос» – спільна дія) у 1973 році ввів Г.Хакен. Перша конференція, яка була присвячена синергетичним підходам до розв'язання міждисциплінарних проблем шляхом математичного моделювання відбулася ще у 1965 році, а актуальність поставлених проблем на конференції і у наші дні лише зростає.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз та систематизація науково-педагогічної літератури щодо реалізації синергетичного підходу до навчання вищої математики майбутніх судноводіїв.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз наукових праць (Андрєєв, 1996; Пригожин, 1986; Федорова, 2004; Хакен, 1985) показав, що немає єдиного підходу до тлумачення синергетики, синергії, синергетичного підходу; чимало спроб визначити сам предмет синергетики. Одне ключове поняття, яке нерозривно пов'язано з синергетикою, це система (саморозвиваюча, самовдосконалююча, самоеволюціонуюча, нестійка). Тим самим з методологічної сторони цього питання з синергетичним підходом нерозривно пов'язаний системний підхід. Г.Хакен давав визначення синергетики як багатокомпонентної системи, що утворюється у результаті синтезу трьох першоджерел, а саме: моделювання, філософії та знань з певної предметної дисципліни (рис. 1).



Рис. 1. Структура синергетики за Г. Хакеном

Особливість синергетики визначається тим, що цей підхід дозволяє розв'язувати задачі різних галузей наук. Для синергетики важливим є чітка постановка завдання (завдання коректно сформульоване, задана очікувана точність відповіді). За цих головних умов синергетика засобами математичного моделювання дає відповідь на будь-який запит науки, техніки або соціуму.

Важливим аспектом є те, що синергетика виступає як математична дисципліна. Математичне моделювання складних об'єктів, процесів або обчислювальних експериментів інколи реалізується шляхом розв'язання рівнянь з декількома невідомими.

Математика має когнітивний потенціал в природничих, інженерних, і, навіть, у гуманітарних дисциплінах. Головним стрижнем синергетики є побудова математичної моделі явища у вигляді динамічної системи рівнянь.

Сучасні вчені-методисти пропонують три способи реалізації синергетичного підходу у процесі професійної підготовки (у нашому випадку фахівців морської галузі):

1. Синергетика для освіти (введення нових спеціальних інтеграційних курсів, що включають цикл дисциплін загальнонаукового та професійного спрямування).

2. Синергетика освіти (синергетичність самого процесу освіти, становлення особистості та знання). З позиції синергетичного підходу, метою освітнього процесу сучасного закладу вищої освіти морського спрямування є формування особистості майбутнього висококваліфікованого фахівця, що саморозвивається, коли зміст навчальної діяльності вимагає нових принципів структурування, що відбивають цілісну систему: людина та світ загалом.

3. Синергетика в освіті (включення до окремих навчальних дисциплін матеріалів, які демонструють принципи синергетики; створення міждисциплінарного діалогу; створення уявлення про цілісність науки та знання).

Як показує досвід роботи у вищому морському закладі, задачі, зміст яких відповідає професійному інтересу майбутніх фахівців морської галузі, допомагають розкрити сутність математичних понять, зблизити теорію та практику,

формувані у курсантів відчуття значущості математичних методів, які створюють надійний фундамент для подальшої успішної професійної діяльності. Наведемо приклад реалізації синергії як міждисциплінарного діалогу між математикою та морською навігацією шляхом розв'язання тригонометричних задач професійного спрямування судноводіння.

Застосування тригонометрії у судноводінні відіграє вкрай важливу роль, так як робота судноводія пов'язана з вимірюванням на земній поверхні. З географії відомо, що будь-яка мапа – це подання інформації певного характеру щодо частини земної поверхні, яка у свою чергу, має сферичну форму, яку неможливо розгорнути не пошкодивши. Тому існує така наука, як картографія, яка вивчає властивості картографічних проєкцій – умовних побудов, що зображують на площині не тільки окремі держави, а й цілі Земні півкулі. Існують різноманітні проєкції, але у морській навігації використовують проєкції голандського картографі Герарда Меркатора (1512-1594). Вчений на основі накопиченого картографічного матеріалу склав прямокутну проєкцію, в якій меридіани зображуються рівно віддаленими вертикальними лініями, а паралелі горизонталями, які по мірі віддалення від екватора один і той самий відрізок по широті подається відрізком, що має довжину, що постійно зростає. Таким чином на паралелі у 60° всі лінійні розміри у порівнянні з розмірами на екваторі збільшені удвічі, а площі збільшені у 4 рази.

Проєкція Меркатора використовується у морі через те, що коли корабель пливе, то тримається певного курсу, а капітан корабля повинен кожної миті мати змогу визначити місцеположення судна (координати судна – широту, довготу). У мореплаванні відіграє велике значення математична крива – локсодромія, яка претинає всі меридіани під постійним кутом. Корабель, що тримає курс по локсодромії, у всіх точках шляху зберігає постійний напрямок (постійний румб, азимут) відносно сторін світу. На поверхні Землі локсодромія являє собою спіраль, а на проєкції Меркатора ця лінія зображується прямою. Якщо на мапі поєднати точки відбуття та прибуття судна, то кут між локсодромією і будь-якою з паралелей дає азимут або курс судна в океані. Тому мапи, які складені у меркаторській проєкції називають морськими.

Місце корабля визначають за допомогою компаса або лага (прилад, який вимірює швидкість ходу судна). Так як локсодромія зображується прямою лінією, то з'єднавши точки *A* та *B*, координати яких відомі, ми отримаємо безпосередньо напрямок локсодромії, при чому кут α , утворений лінією *AB* з меридіаном *AC*, дає величину азимута локсодромії. Відклавши на *AB* істинну відстань *l* по локсодромії у масштабі і провівши паралелі *CB* та *cb* точок *B* та *b* отримаємо два прямокутних трикутники *ABC* та *Abc* (рис. 2).

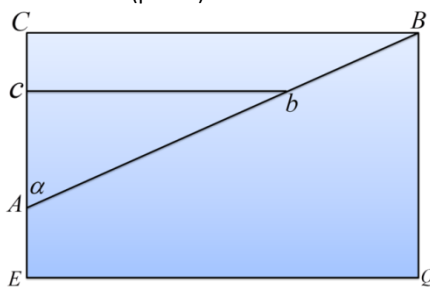


Рис. 2. Проєкція Меркатора

В цьому випадку для курсанта корисними є його знання з тригонометрії, а саме співвідношень сторін та кутів прямокутного трикутника:

$$Ac = l \cdot \cos \alpha$$

$$cb = l \cdot \sin \alpha$$

$$CB = AC \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

У судноводінні великі відстані обчислюють у морських милях (1 морська миля дорівнює 1' дуги екватора). Таким чином, відрізок *Ac* – істинна різниця широт точок *A* і *B*; *AC*- меридіанна різниця широт; *CB*- різниця довгот; відстань *l* – плавання; азимут α - курс судна (рис. 3).

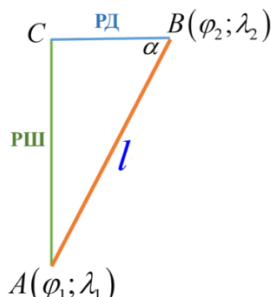


Рис. 3. Плоський навігаційний трикутник

Розв'язання практичних задач навігації за допомогою плоского навігаційного трикутника

Задача 1. По заданих координатах портів відходу та приходу: $(\varphi_1; \lambda_1)$, $(\varphi_2; \lambda_2)$ визначити курс α корабля та плавання *l*.

Розв'язання:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{CA}{CB} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{CA}{CB} \right); l = \sqrt{AC^2 + CB^2}$$

Задача 2. Задано курс корабля α та плавання l - визначити місцеположення судна, тобто координати: (ϕ ; λ).

Ця задача для визначення положення корабля у похмуру погоду, коли судноводію відомі лише курс та плавання, розв'язується аналогічно до першої.

Задача 3. Корабель пливе протягом 4-ох годин від порту А зі швидкістю 25 вузлів по курсу $305^\circ T$, якщо широта А $27^\circ 38' N$, знайти широту В (рис.4).

Розв'язання:

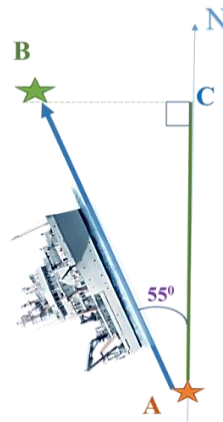


Рис. 4. Ілюстрація до задачі 3

$$S = AB = V \cdot t = 4 \cdot 25 = 100$$

$$AC = PШ = 100 \cdot \cos 305^\circ = 57,3576436^\circ = 57^\circ 21' N$$

Знак для РШ визначиться знаком $\cos K$. При K в межах від 0° до 90° і від 270° до 360° має позитивні значення (+) і РШ буде на північ, а при K в межах від 90° до 270° має негативні (-) значення і РШ буде на зюйд. Широта пункту приходу ϕ_2 визначиться алгебраїчною сумою широти пункту відходу і різниці широт, т. е. $\phi_2 = \phi_1 + PШ$.

$$\phi_2 = \phi_1 + PШ, \text{ тому } \phi_2 = 27^\circ 38' N + 57^\circ 21' N = 84^\circ 59' N.$$

Задача 4. Літак А злітає з авіаносного крейсера В та прямує по прямій лінії 12 морських миль. В цей момент, спостерігач знаходиться на есмінці, що знаходиться на відстані 5 морських миль від авіаносця, крім того, кут між авіаносцем, есмінцем (вершиною), і літаком 37° . Як далеко знаходиться літак від есмінця (рис. 5)?

Розв'язання:

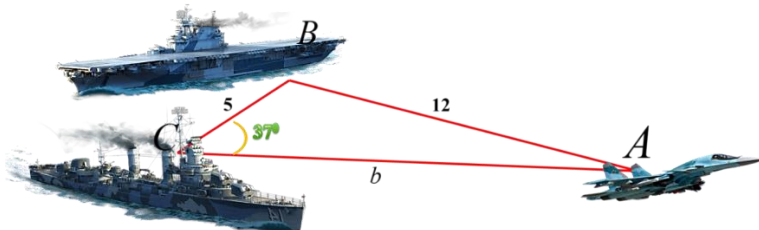


Рис. 5. Ілюстрація до задачі 4

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin C}{c} \Rightarrow \frac{\sin A}{5} = \frac{\sin 37^\circ}{12} \Rightarrow \sin A = \frac{5 \cdot \sin 37^\circ}{12} = 0,2508$$

$$\angle A = 14,5248571^\circ$$

$$\angle B = 180^\circ - (37^\circ + 14,5248571^\circ) = 128,5^\circ$$

$$\frac{\sin C}{c} = \frac{\sin B}{b} \Rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{12} = \frac{\sin 128,5^\circ}{b} \Rightarrow b = \frac{12 \cdot \sin 128,5^\circ}{\sin 37^\circ} \approx 15,6$$

Задача 5. Вітрильний човен прямує по прямій 3 милі, потім робить поворот на 45° та продовжив свій шлях у цьому напрямку ще 6 милі. Як далеко човен зайшов від свого початкового положення (рис. 6)?

Розв'язання:

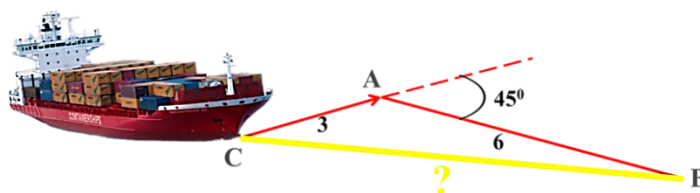


Рис. 6. Ілюстрація до задачі 5

Задача 6. Задача визначення положення по напрямку на об'єкт, пеленгу (bearing) і відстані до цього об'єкта (рис. 7).

Розв'язання:

Відстань до орієнтирів в море може бути виміряна за допомогою радіолокаційної станції, далекоміра або секстана. Далекоміри, що володіють достатньою точністю вимірювання відстаней, широкого застосування на морських судах не отримали. Секстан є простим по влаштуванню кутомірним приладом, який використовують для візуального визначення відстаней.

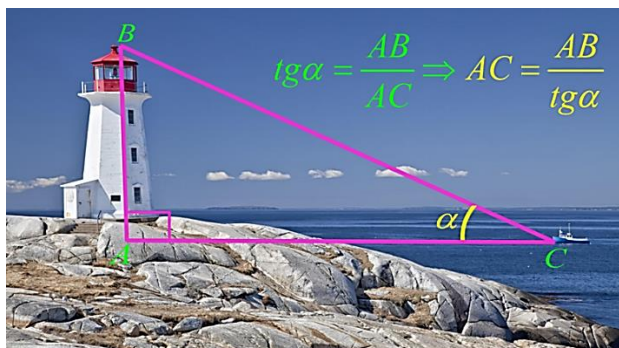


Рис. 7. Ілюстрація до задачі 6

Маючи в видимості орієнтир, висота якого $BC = h$ відома, вимірюють секстаном вертикальний кут $BAC = \alpha$ між його основою і вершиною. Дистанція до орієнтиру $AB = D$ в милях може бути розрахована з ΔABC :

$$ctg \alpha = \frac{AB}{CB}, D = AB = CB \cdot ctg \alpha = H \cdot ctg \alpha$$

Висловлюючи AB в метрах, а D в милях отримуємо: $D = \left(\frac{h}{1852} \right) \cdot ctg \alpha$

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Використання математичних моделей при викладанні курсу вищої математики у вищому морському навчальному закладі України значно полегшує сприйняття навчального матеріалу і дозволяє розв'язувати задачі професійного та прикладного змісту, які є основою формування у майбутніх судноводіїв умінь математичного моделювання та прогнозування наслідків своєї професійної діяльності.

Як вже зазначалось, синергетичність особистості майбутнього фахівця морської галузі, а саме, міждисциплінарна обізнаність, самостійність, відповідальність перед екіпажем, країною, роботодавцем та, насамперед, собою є не лише невід'ємною складовою компетентнісної моделі фахівця морської галузі, а має вагомое соціальне значення у сучасному світі. До подальших методичних пошуків ми відносимо розширення пошуків реалізації синергетичного підходу при викладанні курсу вищої математики для фахівців морської галузі.

Список використаних джерел

1. Андреев В.И. Педагогика творческого саморазвития. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1996. 568 с.
2. Пригожин И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
3. Федорова М.А. Педагогическая синергетика как основа моделирования и реализации деятельности преподавателя высшей школы // Дис. ... канд. пед. наук. – 13.00.08. – теория и методика профессионального образования. Ставрополь, 2004. 169 с.
4. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985. 424 с.

References

1. Andreev, V.Y. (1996). Pedahohyka tvorcheskoho samorazvytyia [Pedagogy of creative self-development]. Kazan: Yzd-vo Kazanskoho un-ta.
2. Pryhozhyn, Y. (1986). Poriadok yz khaosa. Novyi dyaloh cheloveka s pryrodoy [Order from chaos. A new dialogue of man with nature]. M.: Prohress.
3. Fedorova, M.A. (2004) Pedahohycheskaia synerhetyka kak osnova modelirovaniya y realizatsyy deiatelnosti prepodavatelia vysshei shkoly [Pedagogical synergetics as the basis for modeling and implementing the activities of a higher school teacher]. (Doctoral dissertation). Retrieved from https://www.studmed.ru/fedorova-ma-pedagogicheskaya-sinergetika-kak-osnova-modelirovaniya-i-realizacii-deyatelnosti-prepodavatelya-vysshey-shkoly_5848c8e2240.html.
4. Khaken, H. (1985). Synerhetyka. Yerarkhyi neustoichyvostei v samoorganyzuiushchyhsia systemakh y ustroistvakh [Synergetics. Hierarchies of instabilities in self-organizing systems and devices]. M.: Myr.

REALIZING THE SYNERGISTIC APPROACH TO LEARNING HIGHER MATHEMATICS FUTURE NAVIGATORS

*O.O. Dobroshtan, T.S. Spychak, H.O. Nazarenko**Kherson State Maritime Academy, Ukraine***Abstract.**

Formulation of the problem. *The globalization of the modern world economy, its general informatization, imply the formation of new requirements for the professional competence of modern specialists in the maritime industry, the construction of a new methodical system for their training through the continuous development of the world navy fleet and economic relations in the maritime business, which, in turn, determines the purpose of viewing, tasks and nature of marine education. It is precisely in synergy that the ability of subjects to develop personal internal resources, which provide a certain sense of their activity, is called pedagogical self-organization. The idea of the priority role of the personal structures of consciousness in the formation of the experience of self-organization is based on the synergetic treatment of the phenomenon of self-realization, which consists in the ability of the system to self-improvement. Drivers constantly have to think strategically, operatively and tactically. They need to plan carefully every voyage of the ship, using all the available information, evaluate it and calculate a safe path. During the flight, the boatmaster controls the position of the vessel and responds promptly to any obstacles that hinder the implementation of the plan. The shipping industry specialist should be prepared for unforeseen situations at any time and anticipate the occurrence of such situations in advance. At the same time, synergetics has an interdisciplinary character that allows a future specialist to reflect on himself, the level of his training, his professional and social environment, to find his place in the Universe, which in turn is a system, a mechanism that functions with the coordination of all its components units.*

Materials and methods. *Analysis and systematization of scientific and pedagogical literature on the implementation of the synergetic approach to the study of higher mathematics of future navigators.*

Results. *Several sources have been analyzed in the course of the study, which made it possible to conclude that in recent years in the scientific-pedagogical literature considerable attention has been paid to the problem of using synergetic ideas in education. Scientists see the possibilities of applying this science in various directions to improve the educational process and prepare future specialists, in particular the maritime industry. The article considers the main concepts of synergy as a pedagogical category and the possibility of implementing a synergetic approach to the study of higher mathematics of future navigators in a higher maritime educational institution.*

Conclusions. *It is revealed that the synergy of the personality of the future navigator, based on interdisciplinary awareness and responsibility for their decisions and actions, has a significant role in the professional activity of the future seaman and has a significant social significance in the modern world.*

Keywords: *synergetic approach to learning, higher mathematics, future navigator.*