

ЗМІСТОВИЙ АСПЕКТ ПОНЯТТЯ АЛГОРИТМУ В НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНІЙ ЛІТЕРАТУРІ

Аналіз науково-педагогічної літератури і врахування досягнень психології, педагогіки і матеріалів спеціальних наукових досліджень дає можливість стверджувати, що при формуванні навичок і вмінь велике значення має рівень засвоєння студентами певних знань. Засвоєння становить собою активну навчально-пізнавальну діяльність студентів. Одним із засобів організації такої розумової діяльності є алгоритмічний підхід, алгоритмізація навчання. Базовим поняттям такого підходу є алгоритм. Алгоритмічна діяльність пронизує собою весь процес засвоєння знань.

У статті проаналізовано науково-педагогічну літератури з проблеми дослідження. На основі даного дослідження означено центральне поняття дослідження: «алгоритм». Характер навчально-пізнавальної діяльності студентів на різних етапах формування вмінь і навичок неоднаковий. Тому в статті наведено класифікацію алгоритмів, які доцільно використовувати на різних етапах навчальної діяльності. Кожний із цих етапів забезпечує досягнення відповідної дидактичної мети.

Ключові слова: алгоритм, алгоритмічний підхід, припис алгоритмічного типу, послідовність дій, система операцій.

Analysis of scientific and educational literature and taking into account the achievements of psychology, pedagogy and special materials research can be argued that the formation of skills is of great importance level of mastering certain knowledge. The acquisition is an active teaching and learning activities of students. One mental activity is an algorithmic approach, algorithmic learning. The basic concept of this approach is the algorithm. Algorithmic activity covers the whole process of learning.

This article analyzes the scientific and educational literature on the study. Central concept study «algorithm» is defined on the basis of this study. The nature of the teaching and learning of students at different stages of different skills is different. Therefore, this article presents an algorithm classification that should be used at different stages of training activities. Each of these stages ensures appropriate didactic purpose.

Keywords: algorithm, algorithmic approach, algorithmic order types, sequence of steps, system of operations.

Діяльність завжди спрямована на вирішення життєвих задач, що постають перед людиною. Таким чином, алгоритмічний підхід у навчанні дозволяє підійти до мети професійної освіти з боку навчальних структурних (алгоритмічних) задач, згідно з якими проводить підготовку спеціаліста кожна дисципліна.

Для підготовки висококваліфікованих спеціалістів, конкурентоспроможних на світовому ринку праці, для господарської діяльності та науки слід забезпечити належний рівень математичної підготовки студентів, оскільки математика відіграє важливу роль у формуванні таких якостей сучасного фахівця, як професійна компетентність, творче мислення, навички до самостійної наукової роботи.

Метою викладання математики у вищій технічній школі є оволодіння математичним апаратом, необхідним для вивчення загально-інженерних та спеціальних дисциплін, зокрема: розвиток здібностей свідомого сприйняття математичного матеріалу, який характерний для спеціальності інженера; оволодіння основними математичними методами, які необхідні для аналізу і моделювання пристроїв, процесів і явищ, пошуків оптимальних рішень з метою підвищення ефективності виробництва і вибору найкращих способів реалізації цих рішень, опрацювання і аналізу результатів експериментів.

Алгоритмічна спрямованість у навчанні математики повинна забезпечувати рішення двох аспектів проблеми вдосконалення вузівської математичної освіти: поліпшення підготовки студентів до майбутньої професійної діяльності та задоволення деяких внутрішніх проблем навчання математики в технічному вузі, які пов'язані з ефективнішими умовами набуття математичних знань студентами і підвищення їх загальної математичної культури.

Провідну роль в дослідженні особливостей навчання математики у вищих технічних навчальних закладах відіграють дослідження О. Євсєвої, В. Бевз, Г. Бевза, М. Бурди, Б. Гнеденка, М. Ігнатенка, В. Клочка, В. Моторіної, С. Семенця, О. Скафи, С. Скворцової, З. Слєпкань, Н. Тарасенкової, О. Чашечникової, В. Швеця, М. Шкіля та ін.

У результаті вивчення математики у вищому технічному навчальному закладі студенти мають: набути певних знань; навчитися володіти основними прийомами розумової діяльності; вміти переносити знання в різні навчальні ситуації. Однією з умов досягнення ними зазначених показників є використання в навчанні алгоритмічного підходу. Основним засобом реалізації алгоритмічного підходу виступають алгоритми.

Формування навичок і вмінь становить активну навчально-пізнавальну діяльність студентів, яка спрямована на свідоме оволодіння певним обсягом знань.

Одним із засобів такої організації розумової діяльності, на думку Б. Бірюкова, Л. Ланди, Н. Тализіної, Л. Фрідмана та інших, є алгоритмічний підхід, алгоритмізація навчання. Крім того, з точки зору М. Башмакова, С. Позднякова та Н. Резника, одним з базових параметрів розумового розвитку особистості виступає алгоритмічна діяльність.

Дослідженням застосування алгоритмізації в процесі навчання займалось багато математиків і методистів, такі як: В. Далінгер, Л. Ланда, А. Лапчик, Ю. Макаренков, В. Монахов, А. Столяр, С. Шапіро і ін.

Різні аспекти цього виду навчальної діяльності відображались в дослідженнях вітчизняних спеціалістів В. Куряка, Н. Кузьміної, Н. Дідусь, Н. Журавської, М. Лозовської, Р. Олійника, П. Стефаненка та інших.

Розв'язування даної проблеми. Аналіз стану науково-методичних робіт з проблем алгоритмічного підходу до процесу навчання у вищій школі показав, що поряд з певними досягненнями ця педагогічна проблема потребує подальшого вивчення, оскільки на цей час не в достатній мірі розкриті його дидактичні особливості у системі сучасної вищої технічної освіти, у тому числі, підготовки майбутніх інженерів. Не в повній мірі виявлені теоретичні передумови організації алгоритмічного навчання.

Формулювання цілей статті На основі аналізу науково-педагогічної літератури і, враховуючи досягнення психології, педагогіки і матеріали

спеціальних наукових досліджень, означимо центральне поняття дослідження: «алгоритм». Характер навчально-пізнавальної діяльності студентів на різних етапах формування вмінь і навичок неоднаковий. Тому в статті наведемо класифікацію алгоритмів, які доцільно використовувати на різних етапах навчальної діяльності. Кожний із цих етапів забезпечує досягнення відповідної дидактичної мети.

Перш ніж розглядати методичні аспекти алгоритмізації навчання, проаналізуємо, як визначається базове поняття «алгоритм» в психолого-педагогічній літературі, які класифікації алгоритмів знаходять застосування в практиці навчання.

Існують різні підходи до визначення поняття «алгоритм». Зокрема, це поняття трактується як:

- послідовність дій;
- програма, яка визначає спосіб поведінки;
- скінченний набір приписів;
- припис, який задає послідовність дій;
- спосіб розв'язування обчислювальних задач;
- точний припис виконавцю;
- правило дій.

Наприклад, Є. Чумаченко [2, с. 13] означає алгоритм як «спосіб одержання результату, який задає послідовність виконання тих чи інших дій; структура процесу дій над сукупністю об'єктів».

За означенням Ю. Бабанського [3, с. 11], «алгоритм – чітка програма дій щодо вирішення завдань».

За Н. Кондаковим: «Алгоритм або алгорифм – однозначний покроковий опис (припис, інструкція, правило, рецепт), яке виконується чисто механічно (у відверненні від змістовного контролю) крок за кроком і спирається на скінченну множину правил розв'язування будь-якої конкретної задачі з будь-якого класу завдань даного певного типу» [4, с. 35].

Для Д. Кнут «алгоритм – це кінцевий набір правил, який визначає послідовність операцій для вирішення конкретного завдання і має п'ять важливих рис: кінцівку, визначеність, введення, висновок, ефективність» [5].

А. Колмогоров вважає, що «алгоритм – це будь-яка система обчислень, які виконуються за строго визначеними правилами, яка після будь-якого числа кроків свідомо призводить до вирішення поставленого завдання» [6].

А. Марков означає: «Алгоритм – це точне розпорядження, що визначає обчислювальний процес, що йде від варійованих вихідних даних до шуканого результату» [6].

У словнику іноземних слів поняття «алгоритм» визначається як математична система операцій (наприклад, обчислень), які застосовуються за строго визначеними правилами і після послідовного їх виконання призводять до розв'язання.

Найчастіше *алгоритм* визначається як припис [7, с. 17]. про виконання в певній послідовності операцій по розв'язуванню завдань певного класу.

Різні підходи до визначення поняття «алгоритм» пов'язують з його широким застосуванням в різних науках: математиці, кібернетиці, психології, педагогіці та ін. Специфіці застосування цього поняття поза математикою, зокрема, до психологічних і педагогічних явищ, присвячені дослідження Б. В. Бірюкова,

Л. Ланди, Н. Тализіної, Л. Фрідмана та ін. Так, Н. Тализіна зазначає, що «участь людини в навчальному процесі накладає ряд обмежень на використання алгоритмів» [7, с. 17].

Алгоритми в педагогіці і психології відрізняються від математичного поняття алгоритму оскільки мислення не представляється лише алгоритмічними формами, і навіть в процесах, які вдається так чи інакше описати алгоритмами, є неформалізовані евристичні вкраплення неприпустимі для математичного поняття алгоритму [4, с. 32].

У сучасній математиці не віддається перевага якійсь одній із існуючих теорій алгоритмів. У кожній ситуації вдаються до тієї, яка є зручнішою в даному випадку. Основною гіпотезою теорії алгоритмів є твердження про те, що будь-яке уточнення, правило відображає зміст інтуїтивних уявлень про алгоритм. Справедливість її підтверджується всім досвідом накопичених математичних знань, успіхами, які досягненні в створенні обчислювальної техніки, в програмуванні. Якщо мова йде про виконання алгоритму людиною, то розпливчастість цього поняття зростає. У цьому випадку говорять не про алгоритми, а про приписи алгоритмічного типу, які пов'язані з алгоритмами тим, що мають ряд властивих їм ознак. Однак дотримуючись усталеної в науковій і методичній літературі традиції, і, враховуючи, що студенти і школярі використовують термін «алгоритм», ми будемо називати *алгоритмами конструкції, які по суті справи є приписами алгоритмічного типу* [4, с. 52].

Сучасне значення слова алгоритм багато в чому аналогічне таким поняттям, як рецепт, процес, метод, спосіб, процедура, програма, але все-таки алгоритм має ще й додатковий значеннєвий відтінок. Крім цього, він має ряд важливих особливостей.

Алгоритми мають такі властивості:

- *детермінованості* (визначеність) – однозначність результату процесу при заданих вихідних даних.
- *дискретності* – можливість розбивки алгоритму на скінченну кількість етапів, причому результати попереднього етапу є вхідними для наступного.
- *масовості* – алгоритм може бути використаний для розв'язування цілого класу завдань одного типу;
- *зрозумілості* – алгоритм повинен бути зрозумілим конкретному виконавцеві, який повинен виконати кожен команду алгоритму в строгій відповідності із призначенням.
- *результативності* (кінцівка, збіжність) – виконання алгоритму повинне закінчуватися результатом або інформацією про те, що не може бути отриманим результат.

Таким чином під алгоритмом навчання (алгоритмічним приписом) будемо розуміти точну послідовність кроків (дій), виконуючи які той, якого навчають, маючи певні необхідні знання, зможе вирішити задачу даного типу. При цьому досягається засвоєння студентом алгоритмічних умінь, які були розглянуті вище.

Алгоритми, які використовуються в навчальній роботі, мають свою специфіку. Для їх означення Л. Ланда пропонує використовувати термін «алгоритмічний припис», а Л. Фрідман – «навчальний алгоритм» (надалі терміни «алгоритм», «навчальний алгоритм», «алгоритмічний припис» будуть вживатися як синоніми).

Розв'язування задач за допомогою алгоритмів, які призначені для виконання людиною, носить ймовірнісний характер і залежить від інтелектуального рівня виконавця, його уваги, емоційного стану та інших особливостей. Можливості людини при цьому визначаються її попереднім навчальним досвідом, творчими здібностями та іншими індивідуальними факторами, які повністю врахувати практично неможливо. Тому «класичне» поняття алгоритму не може бути застосоване до психологічних і педагогічних явищ і потребує «послаблення» вимог детермінованості і результативності [7, с. 18].

Крім ослаблення зазначених вимог детермінованості (визначеності) і результативності, відносним є дотримання вимог елементарності (дискретності), оскільки одні й ті ж вказівки, які складають алгоритмічний припис, для одного студента можуть бути елементарними, а для іншого – ні.

Однак, на думку В. М. Воронцова і В. Л. Колба, не слід прагнути до дуже детального розписування послідовності вказівок. Потрібно враховувати, що для виконання кожної вказівки студент повинен виконати певний об'єм розумової роботи. «Якщо всі вказівки в завданні будуть занадто простими, то робота по його виконанню буде виконана студентами легко і не залишить в їх пам'яті помітного сліду. Можливість механічного виконання кожної вказівки не буде спонукати їх встановлювати зв'язки між завданням, яке виконується і завданням, яке вже виконали». Разом з тим автори відзначають, що не слід також використовувати в алгоритмічних приписах вказівок про такі дії, які в даний момент для студентів є занадто складними, тобто не повинен порушуватися дидактичний принцип доступності навчального матеріалу на кожному етапі навчання. Лише таке використання алгоритмів в навчанні буде сприяти, на думку авторів [7, с. 18], розвитку мислення студентів.

У педагогіці існує багато різних класифікацій навчальних алгоритмів.

М. Ржецький виокремлює такі види алгоритмів:

- за призначенням;
- за підпорядкованістю;
- способом діяльності; характером зв'язків тощо [8; 9].

В. Голіков пропонує класифікувати алгоритми за такими ознаками:

- управління практичними й розумовими діями;
- кількість операцій (однокрокові й багатокрокові);
- предметний зміст: математичний, граматичний, хімічний тощо;
- рівень узагальнення: загальний і частковий;
- за кінцевим результатом: розпізнання й перетворення [10; 11].

Крім того, в навчанні різних предметів знаходять поширення алгоритми, які за своєю логічною структурою: лінійні (алгоритми, послідовність операцій в яких визначена самою структурою алгоритму і не залежить від конкретних значень вхідних даних) і нелінійні (алгоритми, в структурі яких закладена операція вибору) [14].

Н. Тализіна при класифікації виходить з того, для кого алгоритм призначений, тобто розглядає два види алгоритмів: алгоритми для студентів (вчення) і алгоритми для викладачів (навчання). На її думку, зазначені види алгоритмів не завжди реалізуються в повному обсязі. Як впливає з аналізу психолого-педагогічної літератури, функції алгоритмів, які використовуються в навчанні, різноманітні. Найважливішими є такі:

- модель дій, які адекватні змісту, що засвоюється;

- засіб організації навчально-пізнавальної діяльності студентів;
- засіб формування і розвитку знань і вмінь студентів;
- засіб реалізації методів навчання, засіб інтенсифікації навчання.

Л. Ландою [12; 13] було зроблено класифікацію алгоритмів за такими ознаками:

Таблиця 1

Ознака	Види алгоритмів	Підвиди
Для управління будь якими діями (розумовими або фізичними) призначені	Алгоритми фізичних дій (практичної діяльності)	
	Алгоритми розумових дій (розумова діяльність)	Алгоритми аналізу, синтезу, порівняння.
Кількість кроків (операцій)	Однокрокові алгоритми	
	Багатокрокові алгоритми	
Предметний зміст	Математичні	
	Граматичні	
	Хімічні і т.д.	
Характер діяльності в якій вони застосовуються	Алгоритми трудової діяльності	
	Алгоритми навчальної діяльності	
Міра узагальненості	Більш узагальнені алгоритми	
	Менш узагальнені алгоритми	
Особливості задач, для розв'язання яких вони призначені (характер дій, за допомогою яких здійснюється алгоритмічний процес)	Алгоритми породження	Алгоритми утворення
	Алгоритми розпізнавання	Алгоритми будови
Покрокове управління діяльністю кожного елемента системи	Алгоритми функціонування	
	Алгоритми управління	

Алгоритми, які використовуються в навчанні, прийнято представляти різними способами – це мова програмування, словесна форма та графічне зображення.

Мова програмування – це система символів, яку використовують для запису комп'ютерних програм. Більшість таких мов належить до алгоритмічних.

Словесна форма запису алгоритмів представлена описом дії звичайною мовою. Однак цей спосіб не є поширеним, бо формулювання дій недостатньо чітке, що задає труднощі виконавцеві при здійсненні алгоритму.

Графічне зображення, або його ще називають блок-схемою, – це поступове зображення компонентів дій алгоритму. Кожному компоненту дій відповідає окрема геометрична фігура. Наприклад, початок та кінець алгоритму записується в еліпс (овал), ввід та виведення даних позначається паралелепіпедом, дія (арифметична) записується у прямокутник, умову позначають ромбом тощо.

Однак серед них виділяється два основних: словесний і графічний. На думку В. Д. Голікова, словесний алгоритмічний опис процесів може бути як усьм

(наприклад, пояснення вчителем плану дій, доведення теореми і розв'язування задачі), так і письмовим (у вигляді звичайного тексту, у вигляді плану або у вигляді інструкції).

До графічних способів відносять формульний, табличний, граф- і блок-схеми. В. Заварикін, В. Житомирський, М. Лапчик відзначають, що в кожному окремому випадку вибір «мови» залежить від ряду обставин, наприклад, від того, якого роду алгоритми необхідно описати, для кого призначається опис і т.д. На їхню думку, вигідність словесного запису алгоритму в тому, що у такий спосіб можуть бути описані будь-які алгоритми, в тому числі і обчислювальні. Крім того, з точки зору Л. Фрідмана «алгоритм, який заданий у формі словесної розгорнутої програми, є вже готовою програмою діяльності з розв'язування завдання, тоді як алгоритм, який заданий у вигляді формули, правила і т. д., таку програму не становить: в ньому вона лише задана, але не дана» [7, с. 20].

На думку Г. Бикової, одним з недоліків більшості засобів наочності (блок-схема виконує також і цю функцію) є їх статичний характер, який не дозволяє подолати пасивне ставлення до них студентів. «Наочність має відображати хід виконання завдання в його динаміці, певній послідовності виконання операцій, які розкривають логіку рішення. Інакше учні засвоюють прийоми розв'язування суто формально, без усвідомленого виконання операцій, що при зіткненні з новим завданням часто веде до їх повної безпорадності, не відбувається оволодіння прийомами розумової діяльності» [31, с. 6].

В. Заварикін, В. Житомирський і М. Лапчик досить докладно висвітлюють блок-схеми трьох базових алгоритмічних структур: розвилки (повна і неповна, умовні конструкції), циклу (цикл-поки і цикл-до) і слідування [7, с. 20].

У навчальному процесі алгоритми можуть застосовуватися в готовому вигляді або, як пише В. Голіков, «з попереднім їх складанням». У першому випадку, на його думку, здійснюється в основному репродуктивна діяльність, а в другому – творча. «Повідомлення алгоритмів» в готовому вигляді «малоефективне і часто призводить до механічного їх застосування» [16, с. 36].

Л. Ланда пропонує чотири способи формування алгоритмічних процесів на основі навчання приписам:

- 1) попереднє заучування приписів (правил дій);
- 2) покрокове сприйняття приписів і покрокове їх виконання;
- 3) поопераційне відпрацювання процесу;
- 4) самостійне відкриття учнями алгоритмів.

На думку автора, четвертий спосіб спростовує широко поширену думку, що використання алгоритмічного підходу в навчанні «знищує» творчість. «Якщо застосування алгоритму не є творчим процесом, то його відкриття – процес, як правило, творчий» [17, с. 61]. Разом з тим, незважаючи на велику дидактичну цінність конструювання студентами алгоритмів, В. Голіков і Л. Ланда вважають, що за деяких умов з метою економії часу доцільним буде повідомлення «готових» алгоритмів.

Важливість зазначеної проблеми, зумовлена її основною метою використання алгоритмів в навчанні – це формування в студентів прийомів розумових дій.

З точки зору Л. Ланди, навчання студентів самостійного відкриття алгоритмів вимагає використання проблемного методу, оскільки завдання на самостійне відкриття алгоритму – це «типово проблемна (і часто дуже важка) задача».

Отже, алгоритм має безліч значень у теперішній час. Воно тісно пов'язане з багатьма фундаментальними науками. У навчанні знаходять застосування різні класифікації алгоритмів, які виконують різноманітні функції і виражені різними способами. За основу в нашому дослідженні ми беремо означення «алгоритм як набір викладених інструкцій, які описують послідовність дій виконавцю для досягнення результату, розв'язування поставленої задачі за скінчений час».

«Алгоритм – як припис...» – є зручним інструментом математичних досліджень. Теоретичні результати, які одержані в теорії алгоритмів, знаходять досить широке практичне застосування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Русанова О. О. Алгоритмічний підхід у навчанні майбутніх інженерів-гірників вищих технічних навчальних закладів: дис...канд. пед. наук: 13.00.04 / Русанова Олена Олександрівна. – Донецьк, 2006 – 220 с.
2. Чумаченко Е. К. Алгоритм // Логический словарь: дефорт. под ред. А. А. Ивина, В. Н. Переверзева, В. В. Петрова. – М. : Мысль, 1994. – С. 13.
3. Бабанский Ю. К. Интенсификация процесса обучения / Ю. К. Бабанский – М. : Знание, 1987. – 80 с.
4. Мумряева С. М. Алгоритмический подход к изучению математического анализа в педвузе в условиях дифференцированного обучения: дис... канд. пед. наук. : 13.00.02 / Мумряева Светлана Михайловна. – Саранск, 2001. – 159 с.
5. Кнут Д. Э. Искусство программирования для ЭВМ: в 7 т. / Д. Э. Кнут. Т. 1-М. : Издательский дом «Вильямс, 1976. – 712 с.
6. Марков А. А. Теория алгорифмов / А. А. Марков. – М.-Л.; 1954. – (Труды МИАН. Т. 42).
7. Kolmogorov A. N. (1953). On the concept of algorithm, Russian Mathematical Surveys, v. 8, no. 4, pp. 175–176. 1958 г. июль–август т. XIII, вып. 4 (82) УСПЕХИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК. К ОПРЕДЕЛЕНИЮ АЛГОРИТМА [электронный ресурс] / А. Н. Колмогоров и В. А. Успенский – Режим доступа: http://lpcs.math.msu.su/~uspensky/bib/Uspensky_1958_UMN_Kolmogorov_Opredelenie_algoritma.pdf
8. Герасимова И. В. Использование алгоритмического подхода в обучении химии при решении задач интеллектуального развития учащихся: дис... кандидата. пед. наук.: 13.00.02 / Герасимова Ирина Владимировна. – Омск, 1999. – 216 с.
9. Быкова Г. Ф. Методы и средства формирования специфических мыслительных процессов при изучении курса начертательной геометрии / Г. Ф. Быкова // Развитие мышления средствами программированного обучения. Формирование алгоритмических и эвристических процессов. Под ред. Л. Н. Ланды и Л. Н. Сорокиной. – М., 1969. – С. 5–15.
10. Общая методика обучения химии : Учеб.-воспитат. вопросы : пособие для учителей / Т. В. Смирнова, М. В. Зуева, Т. З. Савин и др.; [под ред. Л. А. Цветкова]. – М. : Просвещение, 1982. – 223 с.
11. Вивюрский В. Я. Использование алгоритмических предписаний при составлении химических уравнений / В. Я. Вивюрский // Химия в школе. – 1980. – № 6. – С. 30–32.
12. Богданова Т. Г. Диагностика познавательной сферы ребенка / Т. Г. Богданова, Т. В. Корнилова. – М. : Роспедагенство, 1994. – 68 с.

13. Ланда Л. Н. Алгоритмизация в обучении / Л. Н. Ланда – М. : Просвещение, 1966. – 523 с.
14. Ланда Л. Н. Некоторые теоретические и экспериментальные проблемы алгоритмизации и программирования обучения / Л. Н. Ланда // Вопросы алгоритмизации и программирования обучения. Вып. 2. / [под ред. Л. Н. Ланды]. – М. : Педагогика, 1973. – С. 3–27.
15. Заварыкин В. М. Техника вычислений и алгоритмизация: вводный курс [учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец.] / В. М. Заварыкин, В. Г. Житомирский, М. П. Лапчик. – М. : Просвещение, 1987. – 160 с.
16. Быкова Г. Ф. Методы и средства формирования специфических мыслительных процессов при изучении курса начертательной геометрии / Г. Ф. Быкова // Развитие мышления средствами программированного обучения. Формирование алгоритмических и эвристических процессов. Под ред. Л. Н. Ланды и Л. Н. Сорокиной. – М., 1969. – С. 5–15.
17. Голиков В. Д. Использование алгоритма в процессе воспроизводящей и творческой познавательной деятельности учащихся : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / В. Д. Голиков. – М., 1983. – 185 с.
18. Ланда Л. Н. Умение думать. Как ему учить? / Л. Н. Ланда. – М. : Знание, 1975. – 64 с.
19. Зуева М. В. Совершенствование организации учебной деятельности школьников на уроках химии / М. В. Зуева, Б. В. Иванова. – М. : Просвещение, 1989. – 160 с.
20. Шавырина Г. В. Оперативность мышления: диагностика и тренировка / Г. В. Шавырина // Химия в школе. – 1995. – №5. – С. 41–45.

Рецензент: д. пед. н., доц. Курач М.С.