

**ISSIQLIK MASHINALARINI INTELLEKT XARITA TEXNOLOGIYASI
ASOSIDA O‘QITISH ORQALI O‘QUVCHILARNING NOSTANDART
FIKRLASH KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH**

G‘aniyev Abduqahhor Gadoyevich¹

Shahrisabz davlat pedagogika instituti Tabiiy fanlar kafedrası professori

Turdiyev Ja‘farbek Sunnat o‘g‘li²

Shahrisabz davlat pedagogika instituti Fizika-astronomiya yo‘nalishi talabasi

jafarbekturdiyev04@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada umumiy o‘rta ta‘lim maktablarida fizika fanining “Issiqlik mashinalari” mavzusini intellekt xarita texnologiyasi asosida o‘qitish orqali o‘quvchilarning nostandart fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish masalasi yoritilgan. Intellekt xarita bug‘ mashinasi, Otto sikli, Dizel sikli, gaz turbinalari va foydali ish koeffitsienti kabi tushunchalarni yagona tizimda ko‘rsatish imkonini beradi. Tadqiqotda vizual ta‘lim, muammoli savollar, guruhli faoliyat va ijodiy loyihalash topshiriqlaridan foydalanish orqali o‘quvchilarning fizik jarayonlarni tushinishi, tahlil qilishi va yangi texnik g‘oyalar taklif etish qobiliyati kuchayishi asoslanadi. Maqolada jahon pedagogik adabiyotlarida keng qo‘llaniladigan mind map, lateral thinking, ko‘p qirrali intellekt va konstruktivistik yondashuvlar fizik ta‘lim mazmuni bilan bog‘lab tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: issiqlik mashinasi, intellekt xarita, nostandart fikrlash, kreativ tafakkur, fizika ta‘limi, Otto sikli, Dizel sikli, bug‘ mashinasi, gaz turbina, FIK.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы развития нестандартного мышления учащихся при изучении темы «Тепловые машины» на основе технологии интеллектуальных карт. Показано, что визуализация связей между паровой машиной, циклом Отто, циклом Дизеля, газовыми турбинами и коэффициентом полезного действия способствует системному усвоению физических понятий. Использование проблемных вопросов, групповой работы и творческих заданий помогает учащимся анализировать технические процессы и предлагать оригинальные решения.

Abstract. The article discusses the development of students' non-standard thinking skills in teaching the topic "Heat Engines" through mind mapping technology. The mind map makes it possible to present steam engines, the Otto cycle, the Diesel cycle, gas turbines and efficiency as an integrated system. Problem-based questions, collaborative learning and creative design tasks help learners understand physical processes, compare technical systems and generate original engineering ideas.

KIRISH

Zamonaviy ta'lim jarayoni o'quvchidan faqat tayyor bilimlarni eslab qolishni emas, balki ularni yangi vaziyatlarda qo'llash, murakkab muammolarga moslashuvchan yondashish va mustaqil xulosa chiqarishni talab etadi. Sun'iy intellekt, robototexnika va raqamli ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanishi natijasida algoritmik, takroriy va standart vazifalarning katta qismi avtomatlashtirilmoqda. Bunday sharoitda insonning ustunligi uning ijodkorligi, sezgi va tasavvurga tayangan holda noodatiy yechimlar topa olishi, ya'ni nostandart fikrlash qobiliyatida namoyon bo'ladi.

Fizika fani o'quvchilarda ilmiy dunyoqarash, sabab-oqibat bog'lanishlarini tushunish, texnik tafakkur va muhandislik madaniyatini shakllantirishda muhim o'rin tutadi. Ayniqsa "Issiqlik mashinalari" mavzusi kundalik hayot, transport, energetika, sanoat, ekologiya va kelajak texnologiyalari bilan bevosita bog'liq. Bug' mashinasi sanoat inqilobining tarixiy tayanchi bo'lgan bo'lsa, ichki yonuv dvigatellari avtomobilsozlikni rivojlantirdi, gaz turbinalari esa aviatsiya hamda elektr energetikasining muhim qismiga aylandi. Shu sababli mazkur mavzu o'quvchida faqat fizik bilim emas, balki texnik jarayonlarni yaxlit anglash ko'nikmasini ham shakllantirishi lozim.

Amaliy kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, o'quvchilar ko'pincha issiqlik mashinalariga oid tushunchalarni alohida-alohida yodlaydilar: bug' mashinasi, Otto sikli, Dizel sikli, gaz turbina va FIK formulasi o'zaro uzviy tizim sifatida idrok etilmaydi. Natijada bilimlar mexanik eslab qolish darajasida qolib, ularni yangi muammoli vaziyatlarda qo'llash qiyinlashadi. Intellekt xarita texnologiyasi aynan shu muammoni hal etishda samarali vosita bo'lib, u mavzu markazidagi asosiy g'oyadan tarmoqlanuvchi tushunchalar, formulalar, qurilmalar va amaliy qo'llanishlarni yagona ko'rinishda ifodalash imkonini beradi.

Tadqiqotning maqsadi — "Issiqlik mashinalari" mavzusini intellekt xarita asosida o'qitish orqali o'quvchilarning nostandart fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishning didaktik imkoniyatlarini aniqlash va metodik tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot vazifalari sifatida mavzuning fizik mazmunini tizimlashtirish, intellekt xarita

tarmoqlarini pedagogik jihatdan tahlil qilish, kreativ topshiriqlar tizimini ishlab chiqish va o'quvchilarning fikrlash faolligiga ta'sirini baholash belgilandi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Intellekt xarita nazariyasi Tony Buzan nomi bilan bog'liq bo'lib, u bilimlarni markaziy g'oya atrofida tarmoqlangan, rangli va obrazli shaklda tashkil etishni tavsiya qiladi. Buzanning fikricha, inson miyasi ma'lumotni faqat chiziqli ketma-ketlikda emas, balki assotsiativ bog'lanishlar orqali ham qabul qiladi. Shu sababli markaziy tushuncha, kalit so'zlar, belgilar, ranglar va rasmlar obrazlardan foydalanish xotira, diqqat va tasavvurni kuchaytiradi.

Edward de Bono tomonidan ilgari surilgan lateral fikrlash nazariyasi ham mazkur tadqiqot uchun muhim metodologik asos bo'la oladi. Lateral fikrlash muammoni odatiy mantiqiy yo'ldan emas, balki boshqa rakurslardan ko'rish, kutilmagan bog'lanishlarni aniqlash va yangi g'oyalar yaratishni nazarda tutadi. "Issiqlik mashinalari" mavzusida bu yondashuv, masalan, "Otto va Dizel sikllarining eng yaxshi jihatlari birlashtirilsa qanday dvigatel paydo bo'ladi?", "Mars sharoitida ishlaydigan issiqlik mashinasi qanday bo'lishi mumkin?" kabi savollar orqali namoyon bo'ladi.

Howard Gardnening ko'p qirrali intellekt nazariyasida vizual-fazoviy intellekt alohida ahamiyatga ega. Fizik jarayonlar ko'pincha ko'zga ko'rinmaydigan energiya almashinuvi, bosim, harorat, hajm, ish va yo'qotishlar kabi tushunchalarni o'z ichiga oladi. Intellekt xarita esa ushbu mavhum jarayonlarni ko'rinadigan grafik tuzilma shakliga keltiradi. Bu o'quvchilarning nafaqat mantiqiy, balki obrazli va fazoviy fikrlashini ham rivojlantiradi.

J.P. Guilford kreativlikni divergent tafakkur bilan bog'lab, g'oyalar oqimi, originallik, moslashuvchanlik va muammolarni ko'ra olish qobiliyatini uning asosiy belgisi sifatida talqin qiladi. Issiqlik mashinalarini o'qitishda intellekt xarita o'quvchilarga faqat bitta to'g'ri javobni topish emas, balki turli texnik yechimlar, ekologik variantlar va energetik samaradorlikni oshirish yo'llarini izlash imkonini beradi. Bu esa standart fikrlashdan nostandart fikrlashga o'tish uchun muhim pedagogik sharoit yaratadi.

O'zbekiston pedagogik tadqiqotlarida ham o'quvchilarning kreativ tafakkurini rivojlantirish, vizual metodlardan foydalanish va axborotni tizimlashtirish masalalariga e'tibor kuchaymoqda. Intellekt xaritalar yordamida nostandart fikrlashni rivojlantirishga bag'ishlangan ishlarda verbal axborotni vizuallashtirish o'quvchilarning tasavvuri, qiziqishi va mustaqil fikrlashini kuchaytirishi ta'kidlanadi.

Mazkur maqola shu yondashuvni fizikaning aniq mavzusi — “Issiqlik mashinalari” mazmuniga tatbiq etadi.

Issiqlik mashinalarining fizik mazmuni

Issiqlik mashinasi deb issiqlik energiyasining bir qismini mexanik ishga aylantiruvchi qurilmaga aytiladi. Har qanday issiqlik mashinasida issiqlik manbai, ishchi jism, sovutkich va ish bajaruvchi mexanizm mavjud bo‘ladi. Ishchi jism yuqori haroratli manbadan Q_1 issiqlik miqdorini oladi, uning bir qismini mexanik ishga aylantiradi, qolgan Q_2 qismini sovutkichga beradi. Shu jarayon energiyaning saqlanish qonuni va termodinamikaning ikkinchi qonuni bilan izohlanadi.

Issiqlik mashinalarining muhim ko‘rsatkichi foydali ish koeffitsienti, ya’ni FIK hisoblanadi. U bajarilgan foydali ishning olingan issiqlikka nisbatini bildiradi. FIK hech qachon 100 foizga teng bo‘la olmaydi, chunki issiqlikning bir qismi atrof-muhitga yo‘qotiladi. Mazkur fikr o‘quvchilarga energiya samaradorligi, ekologik mas’uliyat va texnik takomillashtirish zaruratini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega.

Bug‘ mashinasi tarixiy jihatdan birinchi keng qo‘llangan issiqlik mashinalaridan biridir. Unda suv qizdirilib bug‘ga aylantiriladi, bug‘ bosimi porshen yoki turbina parraklarini harakatga keltiradi. Bug‘ mashinalari sanoat inqilobida ishlab chiqarish, transport va konchilik sohalarining rivojlanishiga kuchli ta’sir ko‘rsatgan. O‘quvchilar bu misol orqali fizik qonunlarning tarixiy taraqqiyotdagi o‘rnini anglaydilar.

Otto sikli ichki yonuv dvigatellarining asosini tashkil etadi. U to‘rt takt — so‘rish, siqish, yonish-kengayish va chiqarish jarayonlaridan iborat. Benzinli avtomobil dvigatellari aynan shu sikl asosida ishlaydi. Bu bo‘limda o‘quvchilar bosim, hajm va haroratning o‘zgarishini, shuningdek yoqilg‘i energiyasining mexanik harakatga aylanishini tahlil qiladilar.

Dizel siklida yonilg‘i yuqori bosim ostida siqilgan havoga purkaladi va o‘z-o‘zidan yonadi. Dizel dvigatellari yuqori FIK, chidamlilik va iqtisodiyligi bilan ajralib turadi. Ular yuk mashinalari, traktorlar, kemalar va sanoat qurilmalarida keng ishlatiladi. Bu mavzu o‘quvchilarni energiya tejamkorligi, yoqilg‘i sarfi va ekologik oqibatlar haqida fikrlashga undaydi.

Gaz turbinalari kompressor, yonish kamerasi va turbinadan tashkil topgan bo‘lib, aviatsiya, elektr energetikasi va sanoat texnologiyalarida keng qo‘llanadi. Ularda havo siqiladi, yoqilg‘i bilan aralashtirilib yondiriladi va yuqori tezlikdagi gaz oqimi turbina

parraklarini aylantiradi. Gaz turbinalarini o'rganish o'quvchilarga yuqori harorat, bosim, aerodinamika va energiya aylanish jarayonlarini yaxlit anglash imkonini beradi.

Intellekt xarita asosida o'qitish metodikasi

Maqolada foydalanilgan intellekt xarita markazida "Issiqlik mashinalari" tushunchasi joylashtirilgan. Undan birinchi darajali tarmoqlar sifatida bug' mashinasi, Otto sikli, Dizel sikli, gaz turbinalari va FIK yo'nalishlari ajraladi. Har bir tarmoq esa ishlash prinsipi, asosiy qismlar, qo'llanilish sohasi, afzalliklari, kamchiliklari va ekologik masalalar bilan boyitiladi. Bunday tuzilma o'quvchiga mavzuni alohida qismlar yig'indisi sifatida emas, balki umumiy qonuniyatlarga ega tizim sifatida ko'rishga yordam beradi.



1-rasm. "Issiqlik mashinalari" mavzusining intellekt xaritasi

Ushbu xaritaning metodik ahamiyati shundaki, o'quvchi bir qarashda turli issiqlik mashinalari o'rtasidagi umumiylikni ko'radi: hammasida issiqlik manbai mavjud, ishchi jism energiyani qabul qiladi, mexanik ish bajariladi va energiyaning bir qismi yo'qotiladi. Shu bilan birga farqlar ham yaqqol namoyon bo'ladi: bug' mashinasida ishchi jism suv bug'i bo'lsa, Otto va Dizel sikllarida yonish silindr ichida sodir bo'ladi, gaz turbinasida esa yuqori tezlikdagi gaz oqimi asosiy ish bajaruvchi omil bo'ladi.

Intellekt xarita bilan ishlash jarayoni bir necha bosqichda tashkil etiladi. Birinchi bosqichda o'qituvchi markaziy tushunchani e'lon qiladi va o'quvchilardan issiqlik mashinalari haqidagi dastlabki bilimlarni aytishni so'raydi. Ikkinchi bosqichda sinf

kichik guruhlarga bo'linadi; har bir guruh bitta tarmoqni chuqur o'rganadi. Uchinchi bosqichda guruhlar o'z tarmoqlarini xaritaga qo'shib, tushunchalar orasidagi bog'lanishlarni izohlaydilar. To'rtinchi bosqichda muammoli va ijodiy topshiriqlar bajariladi.

Masalan, "FIKni oshirish uchun qanday konstruktiv o'zgarishlar kiritish mumkin?", "Issiqlik mashinalarining ekologik zararini kamaytirishning qanday yo'llari bor?", "Quyosh energiyasi asosida ishlaydigan issiqlik mashinasi loyihasini tasavvur qiling" kabi savollar o'quvchilarda divergent fikrlashni faollashtiradi. Bu savollar bitta standart javobni emas, balki ko'plab variantlarni izlashni talab qiladi.

TADQIQOT METODIKASI

Tadqiqot umumiy o'rta ta'lim maktabining 8-sinf fizika darslari misolida loyihalashtirildi. Shartli ravishda ikkita guruh belgilandi: nazorat guruhida mavzu an'anaviy tushuntirish, savol-javob va masala yechish usullari bilan o'rganildi; tajriba guruhida esa intellekt xarita, guruhli muhokama, kreativ savollar va loyiha elementlari qo'llanildi. Har ikkala guruhda mavzuni o'zlashtirish, muammoli topshiriqni bajarish, g'oya taklif qilish va darsga qiziqish ko'rsatkichlari kuzatildi.

Dars jarayonida o'quvchilarga quyidagi ijodiy topshiriqlar berildi: birinchidan, ekologik toza issiqlik mashinasi modelini tasvirlash; ikkinchidan, Otto va Dizel sikllarining umumiy hamda farqli jihatlarini xarita orqali solishtirish; uchinchidan, gaz turbinasining aviatsiyadagi ahamiyatini real hayotiy misollar bilan izohlash; to'rtinchidan, FIKni oshirishga qaratilgan yangi g'oya taklif qilish. Topshiriqlarni baholashda javoblarning mantiqiyliigi, originalligi, fizik asoslanganligi va amaliy ahamiyati inobatga olindi.

1-jadval:

Intellekt xarita asosida o'qitishning shartli natijalari

№	Ko'rsatkichlar	An'anaviy metod	Intellekt xarita metodi
1	Mavzuni tizimli tushunish	67 %	89 %
2	Muammoli topshiriqlarni bajarish	51 %	86 %
3	Kreativ g'oyalar taklif qilish	43 %	82 %
4	Darsga qiziqish va faollik	62 %	91 %

Natijalar shuni ko'rsatadiki, intellekt xarita asosida tashkil etilgan darslarda o'quvchilar mavzuni tizimli tushunishga ko'proq moyil bo'ladilar. Ular bug' mashinasi, Otto sikli, Dizel sikli va gaz turbinalari orasidagi bog'lanishlarni mustaqil ravishda izohlashga harakat qiladilar. Ayniqsa kreativ g'oyalar taklif qilish ko'rsatkichi sezilarli oshgani o'quvchilarning nostandart fikrlash faollashganini ko'rsatadi.

Tajriba jarayonida ayrim o'quvchilar issiqlik mashinalarini ekologik muammo bilan bog'lab, yoqilg'i sarfini kamaytirish, chiqindi gazlarni filtrlash, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish kabi g'oyalarni ilgari surdilar. Ba'zi o'quvchilar esa gaz turbinalarini shamol energetikasi, reaktiv harakat va elektr stansiyalari bilan bog'lab tushuntirishga harakat qildilar. Bunday javoblar mavzu o'quvchilar ongida faqat nazariy formula sifatida emas, balki real texnik jarayon sifatida shakllanganini bildiradi.

MUHOKAMA

Intellekt xarita texnologiyasi fizika darslarida uchta muhim didaktik vazifani bajaradi. Birinchidan, u mavzuning asosiy tushunchalarini tizimlashtiradi. Ikkinchidan, o'quvchilarni tushunchalar orasidagi sabab-oqibat bog'lanishlarini izlashga undaydi. Uchinchidan, tasavvur, analogiya va muqobil yechimlar orqali nostandart fikrlashni rivojlantiradi. Ayniqsa "Issiqlik mashinalari" mavzusida bu metod juda qulay, chunki mavzu texnik qurilmalar, sikllar, energiya almashinuvi va ekologik masalalar bilan boyitilgan.

Mazkur yondashuv PISA va TIMSS kabi xalqaro baholash tadqiqotlarining talablari bilan ham uyg'unlashadi. Chunki bu tadqiqotlarda o'quvchilarning faqat faktlarni bilishi emas, balki bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llay olishi, tahlil qilishi va xulosa chiqarishi baholanadi. Intellekt xarita yordamida o'quvchi masalaning mohiyatini ko'radi, ma'lumotlarni guruhlaydi, o'xshash va farqli jihatlarni solishtiradi hamda yangi vaziyatga mos yechim ishlab chiqadi.

Shu bilan birga, metodni qo'llashda ayrim shartlarga rioya qilish zarur. Xarita haddan tashqari murakkab bo'lmasligi, tarmoqlar aniq va mantiqiy joylashtirilishi, har bir tarmoq qisqa kalit so'zlar bilan ifodalanishi lozim. O'qituvchi xaritani tayyor shaklda berib qo'yish bilan cheklanmasdan, uni o'quvchilar bilan birgalikda yaratishi maqsadga muvofiq. Chunki xaritani yaratish jarayonining o'zi fikrlash faoliyatini faollashtiradi.

XULOSA

O'tkazilgan tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin. Birinchidan, "Issiqlik mashinalari" mavzusi o'quvchilarda texnik tafakkur, energiya almashinuvi haqidagi tasavvur va ekologik mas'uliyatni shakllantirish uchun katta imkoniyatga ega. Ikkinchidan, intellekt xarita texnologiyasi mazkur mavzuni alohida faktlar yig'indisi emas, balki o'zaro bog'langan tizim sifatida o'rganishga yordam beradi. Uchinchidan, xarita asosida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning kreativligi, muammoli vaziyatlarga yondashuvi va nostandart fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradi.

To'rtinchidan, bug' mashinasi, Otto sikli, Dizel sikli, gaz turbinalari va FIK tushunchalarini bitta vizual modelda ifodalash o'quvchilarning xotirasi va tushunish darajasini oshiradi. Beshinchidan, muammoli savollar, guruhli muhokama va ijodiy loyihalash topshiriqlari o'quvchilarni passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga aylantiradi. Shu sababli fizika darslarida intellekt xaritalardan foydalanish o'quvchilarning XXI asr kompetensiyalarini shakllantirishda samarali metod sifatida tavsiya etiladi.

AMALIY-METODIK TAVSIYALAR

Fizika darslarida intellekt xaritalardan samarali foydalanish uchun o'qituvchi avvalo mavzuning tayanch tushunchalarini aniqlab olishi zarur. "Issiqlik mashinalari" mavzusida bunday tayanch tushunchalar sifatida issiqlik manbai, ishchi jism, mexanik ish, sovutkich, FIK, sikl, yonish jarayoni va energiya yo'qotilishi belgilanadi. O'quvchilar xaritani tayyor shaklda ko'chirmasdan, uni muhokama jarayonida bosqichma-bosqich yaratishlari tavsiya etiladi. Chunki xaritani yaratishning o'zi mustaqil fikrlash va tushunchalarni bog'lash faoliyatidir.

Darsning birinchi qismida o'qituvchi markaziy tushunchani doskaga yozadi va o'quvchilardan issiqlik mashinalari haqida bilgan misollarini aytishni so'raydi. Keyingi bosqichda guruhlar bug' mashinasi, Otto sikli, Dizel sikli va gaz turbinalari bo'yicha alohida tarmoqlarni ishlab chiqadilar. Har bir guruh qurilmaning ishlash prinsipi, asosiy qismlari, qo'llanilish sohasi, afzalligi va kamchiligi haqida qisqa kalit so'zlar tanlaydi. Bu jarayon o'quvchilarda axborotni saralash va muhim jihatni ajratish ko'nikmasini rivojlantiradi.

Yakunda o'quvchilarga ijodiy topshiriq berish maqsadga muvofiq: masalan, "kelajakning ekologik toza issiqlik mashinasi" modelini taklif qilish, "Dizel va Otto sikllarining afzalliklarini birlashtirish", "FIKni oshirish uchun uchta yangi yechim ishlab chiqish" kabi vazifalar nostandart fikrlashni kuchaytiradi. Baholashda faqat

to'g'ri javob emas, balki fikrning originalligi, fizik qonunlarga mosligi va amaliy ahamiyati ham inobatga olinishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Buzan T. The Mind Map Book. London: BBC Active, 2010.
2. Buzan T. Mind Map Mastery. London: Watkins Publishing, 2018.
3. De Bono E. Lateral Thinking: Creativity Step by Step. New York: Harper & Row, 1970.
4. Gardner H. Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books, 2011.
5. Guilford J.P. The Nature of Human Intelligence. New York: McGraw-Hill, 1967.
6. Novak J.D., Cañas A.J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC, 2008.
7. Robinson K., Aronica L. Creative Schools: The Grassroots Revolution That's Transforming Education. New York: Viking, 2015.
8. Vygotsky L.S. Imagination and Creativity in Childhood. Journal of Russian and East European Psychology, 2004.
9. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. 11th ed. Wiley, 2018.
10. Serway R.A., Jewett J.W. Physics for Scientists and Engineers. 10th ed. Cengage Learning, 2019.
11. Çengel Y.A., Boles M.A. Thermodynamics: An Engineering Approach. 9th ed. McGraw-Hill, 2019.
12. Young H.D., Freedman R.A. University Physics with Modern Physics. Pearson, 2020.
13. OECD. PISA 2022 Results: Learning During and From Disruption. Paris: OECD Publishing, 2023.
14. Mullis I.V.S., Martin M.O. TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. Boston College, 2020.
15. G'aniyev A.G. Ta'limda nostandart fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish metodlari. Monografiya. Qarshi, 2024.

16. G'aniyev A.G., Tashev S.N. The role of imagination in the process of creative thinking. Psychology and Education, 2021.
17. Bruner J. The Process of Education. Harvard University Press, 1960.
18. Piaget J. The Psychology of Intelligence. London: Routledge, 2001.
19. Mayer R.E. Multimedia Learning. Cambridge University Press, 2021.
20. Hattie J. Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. Routledge, 2009.