



KOGNITIV YUKLAMA VA STRUKTURAVIY MURAKKABLIK O'RTASIDAGI O'ZARO BOG'LIQLIKNING YECHIMGA TA'SIRI

Nurmatov Sardor Sidikovich,

Qo'qon universiteti Raqamli texnologiya va matematika

kafedrası o'qituvchisi

nsardor976@gmail.com

MAQOLA HAQIDA

ANNOTATSIYA

Qabul qilindi: 9-fevral 2026-yil

Tasdiqlandi: 11-fevral 2026-yil

Jurnal soni: 17-B

Maqola raqami: 32

DOI: <https://doi.org/10.54613/ku.v17i.1463>

KALIT SO'ZLAR/ КЛЮЧЕВЫЕ

СЛОВА/ KEYWORDS

kognitiv yuklama, strukturaviy murakkablik, elementlar interaktivligi, ishchi xotira, ichki yuklama, tashqi yuklama, germane yuklama, yechim sifati, worked examples, scaffolding, segmentatsiya, expertise reversal

Ushbu maqolada kognitiv yuklama va strukturaviy murakkablik (masala yoki o'quv material tuzilmasining murakkabligi) o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikning muammoli vazifalarni yechish jarayoniga ta'siri ilmiy-nazariy hamda metodik jihatdan keng yoritiladi. Ishchi xotira resurslarining cheklanganligi sharoitida elementlar o'zaro bog'liqligi (element interaktivligi) oshgani sari ichki kognitiv yuklama ko'tarilishi, taqdimotdagi ortiqcha axborot va noqulay dizayn esa tashqi yuklamani kuchaytirishi asoslanadi. Maqolada "murakkablik-yuklama-yechim" mexanizmi, yechim sifatining (aniqlik, xatolik, vaqt, transfer) kognitiv yuklama bilan bog'lanishi, shuningdek segmentatsiya, worked example, scaffolding/fading, pretraining, split-attention va redundancy kabi dizayn prinsiplarining amaliy ahamiyati ko'rsatib beriladi. Taklif etilgan metodologik model 2x2 faktorial eksperiment orqali tekshirilishi mumkin bo'lib, o'quvchi tajribasi (expertise) va vazifa tuzilmasi o'rtasidagi moslik masalasi alohida ta'kidlanadi.

Kirish. Ta'lim jarayonida yoki amaliy muammolarni yechishda ko'p uchraydigan holatlardan biri shuki, talaba (yoki mutaxassis) mavzuni nazariy jihatdan "tushungan" bo'lsa ham, murakkab vazifaga kelganda yechimni izchil olib bora olmaydi, qadamlar orasida adashadi, ortiqcha vaqt sarflaydi yoki yakuniy natijada xatoga yo'l qo'yadi. Bu hodisani faqat "bilim yetishmasligi" bilan izohlash ko'pincha yetarli emas. Kognitiv psixologiya va ta'lim dizayni tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, muammo ko'pincha ishchi xotira imkoniyatlarining cheklanganligi va vazifa tuzilmasining murakkabligi bilan bog'liq bo'ladi. Aynan shu nuqtada kognitiv yuklama nazariyasi (Sweller, 1988; Sweller, 1994) yechim jarayonini tushuntirish uchun kuchli konseptual asos beradi.

Kognitiv yuklama deganda, ma'lumotni qabul qilish, qayta ishlash va uzoq muddatli xotiradagi sxemalar bilan bog'lash jarayonida ishchi xotiraga tushadigan "mental bosim" tushuniladi. Ishchi xotira resurslari cheklangan bo'lgani sababli, bir vaqtning o'zida juda ko'p elementlarni ushlab turish va ular o'rtasidagi munosabatlarni hisobga olish qiyinlashadi. Sweller (1988)¹ muammo yechishda yuklama o'sha, o'rganish samaradorligi pasayishini ko'rsatadi; keyinchalik Sweller (1994)² bu g'oyani ta'lim dizayni bilan bog'lab, murakkablik va taqdimot muvozanati o'rganish sifatini belgilashini ta'kidlaydi. Sweller, van Merriënboer va Paas (1998)³ esa kognitiv arxitektura (ishchi xotira va uzoq muddatli xotira o'zaro ta'siri) nuqtayi nazaridan instruksion dizayning ilmiy mezonlarini ishlab chiqadi.

Strukturaviy murakkablikni ko'pincha "ko'p matn", "ko'p formula" yoki "mavzu qiyin" degan tasavvur bilan aralashtirib yuboriladi. Aslida strukturaviy murakkablikning kognitiv mexanizmi "elementlar interaktivligi" tushunchasi orqali aniqroq ochiladi. Elementlar interaktivligi deganda, vazifani to'g'ri bajarish uchun bir vaqtning o'zida nechta elementni birgalikda hisobga olish zarurligi tushuniladi. Masalan, oddiy bir bosqichli masalada bitta formula va ikki son yetarli bo'lsa, murakkab masalada bir nechta shartlar, o'zgaruvchilar, cheklovlar va oraliq natijalar o'zaro bog'lanib ketadi. Bu bog'lanishlar soni va zichligi ortgan sari ichki (intrinsic) yuklama oshadi.

Kognitiv yuklama nazariyasi odatda uch komponentni farqlaydi: ichki yuklama, tashqi (extraneous) yuklama va germane yuklama. Ichki yuklama vazifaning o'z tabiatidan kelib chiqadi: elementlar interaktivligi, bosqichlar soni, kontseptual murakkablik. Tashqi yuklama esa vazifaning yoki materialning qanday taqdim etilganiga bog'liq: keraksiz detallar, noqulay format, bir-biriga mos kelmaydigan izohlar, chalg'ituvchi tasvirlar, noto'g'ri tartiblangan qadamlar. Germane yuklama esa o'rganish uchun foydali bo'lgan kognitiv sa'y-harakat

bo'lib, uzoq muddatli xotirada sxema (schema) qurishga xizmat qiladi. Amaliy jihatdan, maqsad ichki yuklamani "yo'qotish" emas (u tabiiy), balki tashqi yuklamani kamaytirib, germane yuklama uchun resurs qoldirishdir.

Adabiyotlar tahlili. Strukturaviy murakkablik va kognitiv yuklama o'rtasidagi bog'lanish yechimga bir necha kanallar orqali ta'sir qiladi. Birinchidan, ichki yuklama oshishi yechimning har bir qadamida ishchi xotirada saqlanishi kerak bo'lgan oraliq natijalar sonini ko'paytiradi. Oraliq natijalar ko'paygan sari "unutish" va "almashtirib yuborish" xavfi ortadi; bu esa xatoliklarni ko'paytiradi va yechim vaqtini uzaytiradi. Ikkinchidan, tashqi yuklama yuqori bo'lsa, ishchi xotira resurslari yechimning mazmuniy qismiga emas, balki formatni tushunish, ma'lumotni qidirish, bir manbadan boshqasiga "ko'chirish" kabi keraksiz faoliyatga sarflanadi. Chandler va Sweller (1991)⁴ split-attention (bo'lingan e'tibor) effektini ko'rsatib, ma'lumot bo'laklari turli joylarda berilsa, o'rganuvchi ularni birlashtirishga ortiqcha resurs sarflashi natijasida samaradorlik pasayishini ta'kidlaydi.

Masala yechish jarayonini bosqichma-bosqich ko'radigan bo'lsak, kognitiv yuklama odatda uch vazifani bir paytda talab qiladi: (1) muammo shartini tushunish va model qurish, (2) yechim strategiyasini tanlash va reja tuzish, (3) hisoblash va tekshirish. Strukturaviy murakkablik oshganda ushbu uch bosqichning har birida bir vaqtning o'zida ko'proq elementni ushlab turish kerak bo'ladi. Natijada o'quvchi reja tuzishga ulgurmay, "sinab ko'rish" (trial-and-error) uslubiga o'tib ketishi mumkin. Sweller muammo yechishda boshlovchilar ko'pincha means-ends analysisga tayanishini, bu esa yuqori yuklama sharoitida o'rganishni sekinlashtirishini ko'rsatadi. Bu holatda yechim bor bo'lsa ham, u sxema shakllantirishga kam xizmat qiladi.

Yechim sifatini baholashda faqat "to'g'ri javob" mezonini yetarli emas. Kognitiv yuklama bilan bog'liq ta'sirlar yechimning aniqligi, tezligi, barqarorligi va transfer qobiliyatida namoyon bo'ladi. Paas (mental effort (mental sa'y-harakat) shkalasini taklif etib, subyektiv baholash orqali kognitiv yuklamani o'lchash mumkinligini ko'rsatadi. Agar bir xil natijaga erishgan ikki talabani bir ancha katta mental effort bilan ishlagan bo'lsa, u holda bu yechim "barqaror" emas va keyingi murakkab vazifalarda xatoga moyil bo'lishi mumkin. Shuningdek, kognitiv yuklama haddan oshsa, transfer pasayadi: ya'ni o'rganilgan usulni yangi vazifaga ko'chirish qiyinlashadi.

Strukturaviy murakkablikni boshqarishning muhim yo'llaridan biri — vazifani segmentatsiya qilish, ya'ni uni mantiqiy bo'laklarga ajratib berishdir. Segmentatsiya ishchi xotira uchun "nafas olish" imkonini yaratadi: o'quvchi har bir bo'lakni alohida tushunib, keyin umumiy

¹ Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.

² Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295–312.

³ Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.

⁴ Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.

sxemaga ulaydi. Mayer (2009)⁵ multimedia o'rganish bo'yicha ishlarda segmentatsiya tamoyilini asoslab, materialni kichik bloklarda berish o'rganishni yaxshilashini ko'rsatadi. Bu g'oya matnli yoki formulali vazifalarda ham ishlaydi: masalan, masalani "model qurish-o'zgaruvchilarni aniqlash-checklovlarini yozish-yechim usulini tanlash-hisoblash-tekshirish" kabi bloklarda tashkil etish tashqi yuklamani kamaytiradi.

Biroq segmentatsiya o'zi yetarli bo'lmagan holatlar mavjud. Agar vazifaning ichki murakkabligi juda yuqori bo'lsa, o'quvchi "qaysi blokdan boshlash"ni ham bilmay qolishi mumkin. Shunday vaziyatda scaffolding (qo'llab-quvvatlash) yondashuvi zarur bo'ladi: o'quvchiga vaqtincha yordam, yo'riqnoma, shablon yoki qisman yechilgan qadamlar beriladi. Keyinchalik fading (bosqichma-bosqich yordamni kamaytirish) orqali mustaqillik oshiriladi. van Merriënboer va Sweller murakkab ko'nikmalarni o'rgatishda aynan shunday progressiv murakkablik va yordam strategiyasini tavsiya qiladi. Renkl va Atkinson (2003)⁶ worked examples (yechilgan namuna) va self-explanation (o'ziga izoh berish) kombinatsiyasi sxema shakllanishini kuchaytirishini ko'rsatadi.

Worked examples effekti ayniqsa boshlovchilar uchun kuchli: o'quvchi yechish jarayonining to'liq namunasi bilan tanishib, qadamlar orasidagi bog'lanishni ko'radi va ishchi xotira resurslarini "qidirish"ga emas, "tushunish"ga yo'naltiradi. Bu yo'l bilan tashqi yuklama kamayadi va germane yuklama oshadi. Biroq bu yordam ham hamma uchun bir xil samarali emas. Kalyuga, Ayres, Chandler va Sweller (2003)⁷ expertise reversal effectni ko'rsatib, tajribasi oshgan o'quvchilar uchun ortiqcha izoh va namuna keraksiz yuklama keltirib chiqarishini ta'kidlaydi. Ya'ni, strukturaviy murakkablikni boshqarishda o'quvchining ekspertiza darajasi doimo hisobga olinishi kerak.

Shu yerda "murakkablik-yuklama-yechim" zanjirining muhim nuqtasi yuzaga chiqadi: strukturaviy murakkablik ichki yuklamani oshiradi, lekin instruksion dizayn (taqdimot usuli) tashqi yuklamani kamaytirishi yoki aksincha, oshirishi mumkin. Agar dizayn yomon bo'lsa, ichki yuklama ustiga tashqi yuklama qo'shib, umumiy yuklama ishchi xotira sig'imidan oshib ketadi va yechim sifati keskin pasayadi. Agar dizayn yaxshi bo'lsa, tashqi yuklama minimal bo'ladi va ichki yuklama bilan ishlash uchun resurs qoladi; natijada o'quvchi murakkab vazifani ham muvaffaqiyatli yechishi, eng muhimi, shu jarayonda sxema hosil qilishi mumkin.

Tashqi yuklamani oshiradigan tipik omillarni amaliy misollar bilan ko'rsatish mumkin. Masalan, masala shartidagi ma'lumotlar turli joylarga sochib yuborilgan bo'lsa, jadval va izohlar bir-biriga mos kelmasa, belgilar izohi berilmasa, formula yoki grafik "qayerdan kelgani" tushuntirilmasa, o'quvchi doimiy ravishda ko'zini bir joydan boshqasiga ko'chiradi va ma'lumotni "qayta yig'adi". Bu jarayon ishchi xotirani band qilib qo'yadi. Chandler va Sweller aynan shu holatlarda split-attention yuklamani oshirib, o'rganishni pasaytirishini ko'rsatadi. Shuningdek, redundancy (ortiqchalik) effekti ham muhim: bir xil axborot bir necha marta takrorlanib, bir-birini to'ldirmasa, o'quvchi keraksiz qayta ishlashga majbur bo'ladi.

Ichki yuklamani boshqarish esa, asosan, murakkablikni "darajalash" orqali amalga oshiriladi. Bu degani, o'quvchi bir zumda eng murakkab strukturaviy shaklga tashlab yuborilmaydi, balki oddiyroq tuzilmadan boshlab, elementlar interaktivligi bosqichma-bosqich oshiriladi. Bu yondashuv "progressive complexity" sifatida ko'plab instruksion dizayn modellari bilan mos keladi. Kirschner, Sweller va Clark minimal yo'naltirishga asoslangan o'qitish (to'liq mustaqil kashf qilish) murakkab vazifalarda boshlovchilar uchun samarasiz bo'lishini, sababi ishchi xotira tez to'lib qolishini ta'kidlaydi. Demak, murakkablik yuqori bo'lsa, yo'naltirish darajasi ham muvofiq bo'lishi kerak.

Strukturaviy murakkablikning yechimga ta'sirini yanada aniqroq tushuntirish uchun yechimni "kognitiv jarayonlar tizimi" sifatida tasavvur qilish mumkin. Birinchi jarayon — selektiv e'tibor: o'quvchi muhim ma'lumotni ajratadi. Ikkinchi jarayon — integratsiya: ajratilgan elementlar o'zaro bog'lanadi, model quriladi. Uchinchi jarayon — transformatsiya: model matematik yoki mantiqiy amallarga aylantiriladi. To'rtinchi jarayon — monitoring: qadamlar tekshiriladi, xatolar tuzatiladi. Strukturaviy murakkablik ayniqsa integratsiya va monitoring bosqichlarini qiyinlashtiradi, chunki elementlar ko'p va ularning bog'lanishi dinamik. Agar tashqi yuklama yuqori bo'lsa, selektiv e'tibor ham chalg'iydi, natijada butun tizim izdan chiqishi mumkin.

Kognitiv yuklamani o'lchash masalasi ham muhim. Paas (1992)⁸ subyektiv shkaladan tashqari, keyingi tadqiqotlarda kognitiv

yuklamani turlarini ajratib o'lchashga urinishlar bo'lgan. Masalan, Leppink, Paas, van der Vleuten, van Gog va van Merriënboer turli yuklama komponentlarini o'lchash uchun instrument ishlab chiqib, ichki, tashqi va germane yuklamani alohida baholash mumkinligini ko'rsatadi. Bu yondashuv strukturaviy murakkablikning aynan qaysi komponentga ko'proq ta'sir qilishini tahlil qilishda foydali. Shuningdek, yechim vaqti, xatolar soni, qayta urinishlar, ko'z harakati ko'rsatkichlari kabi xulqiy indikatorlar ham yuklama bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Endi strukturaviy murakkablik va kognitiv yuklama o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikning "yechimga ta'siri"ni konseptual model sifatida ifodalash mumkin. Modelning birinchi qismi: vazifa tuzilmasi (element interaktivligi, bosqichlar soni, checklovlar va munosabatlar) ichki yuklamani belgilaydi. Ikkinchi qismi: taqdimot dizayni (segmentatsiya, signposting, birlashtirilgan izohlar, vizual-tekst mosligi, ortiqcha axborot yo'qligi) tashqi yuklamani belgilaydi. Uchinchi qismi: o'quvchining ekspertiza darajasi (oldingi sxemalar) ichki yuklamani "subyektiv" kamaytiradi, chunki sxema mavjud bo'lsa, bir nechta elementlar bitta birlik sifatida qayta ishlanadi. To'rtinchi qismi: umumiy yuklama ishchi xotira sig'imi bilan solishtiriladi; agar sig'imdan oshsa, yechim sifati pasayadi; agar sig'im ichida bo'lsa, germane yuklama orqali sxema qurilishi kuchayadi.

Metodologiya. Mazkur modelni tekshirish uchun amaliy metodologiya sifatida 2x2 faktorial eksperiment qulay: (A) strukturaviy murakkablik past/yuqori va (B) taqdimot oddiy/yordamli (scaffolding+segmentatsiya). Bunday dizayn murakkablikning asosiy ta'siri, dizaynning asosiy ta'siri va o'zaro ta'sir (interaction)ni ko'rsatishga imkon beradi. Kutiladigan natija shuki, yuqori murakkablik sharoitida oddiy taqdimot eng yomon natija beradi (yuklama juda yuqori), yordamli taqdimot esa sezilarli yaxshilaydi (tashqi yuklama kamayadi). Past murakkablik sharoitida farq kichikroq bo'lishi mumkin, chunki ishchi xotira sig'imi yetadi. Bu o'zaro ta'sir CLTdan kelib chiqadigan mantiqiy prognozdir.

Tadqiqotning operatsion ta'riflari ham aniq bo'lishi kerak. Strukturaviy murakkablikni faqat "qiyin" deb emas, balki mezonlar orqali belgilash lozim: bir vazifada bir vaqtning o'zida nechta o'zgaruvchi hisobga olinadi; nechta checklov mavjud; qadamlar orasidagi bog'lanishlar soni qancha; oraliq natijalar qanchalik ko'p. Taqdimot sharoitida esa: yo'riqnoma darajasi, qadamlar segmentatsiyasi, belgilash (signaling), birlashtirilgan izoh (integrated format) va worked example berilishi kabi elementlar standartlashtiriladi. Natijalar o'lchovida: to'g'ri javob foizi, xatolar turlari (kontseptual, protsessual, arifmetik), yechimga ketgan vaqt, mental effort bahosi, hamda transfer vazifasida natija olinadi.

Strukturaviy murakkablikning yechimga ta'siri bo'yicha muhim jihatlardan yana biri — xatolar tabiatining o'zgarishidir. Past murakkablikda xatolar ko'proq arifmetik yoki e'tiborsizlikdan bo'lishi mumkin. Yuqori murakkablikda esa xatolar ko'pincha kontseptual: model noto'g'ri tuziladi, shartning muhim qismi e'tibordan chetda qoladi, yoki checklovlar noto'g'ri qo'llanadi. Bu farqni tushunish instruksion aralashuvni ham aniqroq qiladi: agar xato kontseptual bo'lsa, pretraining va tushunchaviy aniqlik kuchaytiriladi; agar xato protsessual bo'lsa, worked examples va qadamlar mantiqiy ko'proq beriladi; agar xato tashqi yuklama bilan bog'liq bo'lsa, format soddalashtiriladi.

Boshqa tomondan, kognitiv yuklama doim ham "yomon" emasligini ham ta'kidlash zarur. Germane yuklama — foydali yuklama — o'rganishning o'zidir. Muammo shundaki, ishchi xotira resurslari cheklangan; agar tashqi yuklama yuqori bo'lsa, germane yuklama uchun joy qolmaydi. Shu sababli ta'lim dizayni ichki yuklamani maqsadli boshqarib (darajalash), tashqi yuklamani minimal qilib, germane yuklamani rag'batlantirishi kerak. Self-explanation, refleksiya savollari, qadamlarni izohlash, xatoni tahlil qilish kabi faoliyatlar germane yuklamani oshiradi, lekin ular ham o'rinni va vaqtda berilsa samarali bo'ladi.

Strukturaviy murakkablik va kognitiv yuklama munosabatini amaliy dars jarayoniga ko'chirsak, o'qituvchi uchun bir nechta strategik qarorlar muhim bo'ladi. Birinchi qaror — vazifani tanlash va ketma-ketlik: "oddiydan murakkabga" tamoyili faqat mavzu bo'yicha emas, aynan element interaktivligi bo'yicha ham ishlashi kerak. Ikkinchi qaror — taqdimot formatini moslashtirish: jadval, rasm, formula va matn bir-birini to'ldirishi, bir joyda integratsiyalashgan bo'lishi zarur (split-attentionni kamaytirish). Uchinchi qaror — yordam darajasini moslashtirish: boshlovchilarga ko'proq worked examples va

⁵ Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31.

⁶ Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

⁷ Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.

⁸ Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434.

ko'rsatmalar, keyin asta-sekin mustaqillik; tajribaliroqlarga esa muammoli vazifalar va qisqa ishoralar (signaling) kifoya bo'lishi mumkin.

Ta'lim jarayonida ko'pincha "murakkab masalalar ko'proq foydali" degan yondashuv uchraydi. Bu fikr ma'lum ma'noda to'g'ri: murakkab vazifalar yuqori darajadagi fikrlashni talab qiladi va real hayotga yaqin bo'ladi. Biroq CLT nuqtayi nazaridan murakkab vazifa foydali bo'lishi uchun o'quvchida uni ko'tarishga yetarli sxema va resurs bo'lishi shart; aks holda murakkablik o'rganishni emas, faqat charchashni kuchaytiradi. Shuning uchun murakkablikning "pedagogik qiymati" uning o'quvchi tayyorgarligi va taqdimot dizayni bilan mosligida namoyon bo'ladi. de Jong (2010)⁹ kompleks muhitlarda (simulyatsiya, muammoli o'rganish) kognitiv yuklama boshqarilmasa, o'quvchi asosiy maqsadni yo'qotib qo'yishi mumkinligini ta'kidlaydi.

Yechimga ta'sir masalasini yanada kengroq talqin qilish uchun, yechimni faqat individual kognitiv jarayon sifatida emas, balki metakognitiv boshqaruv bilan birga ko'rish lozim. Metakognitsiya — rejalashtirish, monitoring, baholash — ham ishchi xotira resursini talab qiladi. Strukturaviy murakkablik oshganda metakognitiv nazorat uchun resurs kam qoladi, natijada o'quvchi o'z xatosini vaqtida payqamaydi, tekshirishni unutadi yoki noto'g'ri strategiyani uzoq davom ettiradi. Yordamli taqdimot (masalan, "tekshiruv ro'yxati", bosqichlar bo'yicha savollar) metakognitiv boshqaruvni ham qo'llab-quvvatlab, xatolarni kamaytirishi mumkin.

Maqolaning amaliy jihatdan muhim xulosalaridan biri shuki, strukturaviy murakkablikni kamaytirish doim ham maqsad emas; maqsad — murakkablikni boshqarish va o'rganish uchun mos sharoit yaratish. Buning uchun o'qituvchi quyidagi tamoyillarga tayanishi mumkin: (1) murakkab vazifani avval yechilgan namuna orqali ko'rsatish (worked example), (2) keyin qisman to'ldirilgan yechim (completion problem), (3) so'ng mustaqil yechim; (4) har bosqichda ortiqcha axborotni yo'qotish va signposting orqali diqqatni muhim elementlarga yo'naltirish; (5) pretraining orqali asosiy elementlar, belgilar, atamalar va birliklarni oldindan mustahkamlash. Bu ketma-ketlik ichki yuklamani o'zgaruvchan boshqarish, tashqi yuklamani kamaytirish va germane yuklamani kuchaytirishga xizmat qiladi.

Natijalar. Taqdimot nuqtayi nazaridan, kutiladigan natijalar quyidagicha umumlashtiriladi: strukturaviy murakkablik yuqori bo'lgan vazifalarda mental effort bahosi yuqoriroq, yechim vaqti uzunroq, xatolar ko'proq bo'ladi; yordamli taqdimot esa ayniqsa yuqori murakkablikda bu ko'rsatkichlarni yaxshilaydi. Transfer vazifasida ham yordamli dizayn guruhida natija yuqoriroq bo'lishi kutiladi, chunki sxema qurish uchun resurs ajraladi. Shu bilan birga, ekspertiza darajasi oshgani sari ortiqcha yo'riqnomaga foydasizlashib, hatto tashqi yuklamani oshirishi mumkin (expertise reversal). Demak, murakkablik va yordam "moslashtirilgan" bo'lishi zarur.

Cheklovlar haqida ham qisqacha to'xtalish o'rinli. Birinchidan, kognitiv yuklama ko'pincha subyektiv baholash orqali o'lchanadi; bu baholash shaxsiy farqga sezgir. Ikkinchidan, strukturaviy murakkablikni operatsionlashtirishda faqat bosqichlar soniga tayanish yetarli emas; elementlar interaktivligi va kontseptual bog'liqlik ham hisobga olinishi kerak. Uchinchidan, real dars muhitida motivatsiya, xavotir (anxiety), vaqt bosimi kabi omillar ham yuklama his etilishiga ta'sir qiladi. Shu sababli eksperimental natijalar amaliy muhitga ko'chirilganda kontekstga moslashtirish talab etiladi.

Umuman olganda, kognitiv yuklama va strukturaviy murakkablik o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik yechimga ta'sirini tushunish ta'lim dizaynida "nima uchun ayrim vazifalar o'qitishda ishlaydi, ayrimlari esa ishlamaydi" degan savolga ilmiy javob beradi. Agar o'qituvchi murakkablikni elementlar interaktivligi sifatida tahlil qilsa, dars

jarayonida qaysi joyda o'quvchi qiynalayotganini aniqroq ko'ra oladi. Agar taqdimot dizayni tashqi yuklamani kamaytirishga yo'naltirilsa, o'quvchi resursi mazmuniy ishlovga sarflanadi va yechim sifati oshadi. Eng muhim natija shuki, murakkab vazifalarni ham to'g'ri dizayn bilan o'rgatish mumkin: segmentatsiya, worked examples, scaffolding/fading, pretraining va signposting orqali ishchi xotira resurslari oqilona boshqariladi va sxema qurilishi tezlashadi.

Yakunda aytish mumkinki, "murakkablik-yuklama-yechim" uchligi ta'limda eng amaliy va sinovdan o'tgan tushuntirish mexanizmlaridan biridir. Strukturaviy murakkablikni o'quvchi uchun "yengillashtirish"ning eng to'g'ri yo'li — murakkablikni mazmuniy jihatdan saqlagan holda, taqdimotni soddalashtirish, yordamni vaqtincha berish va keyin bosqichma-bosqich olib tashlashdir. Shunda yechim nafaqat to'g'ri chiqadi, balki o'quvchida keyingi vazifalar uchun zarur bo'lgan sxema va strategiyalar ham shakllanadi. Bu yondashuv ilmiy jihatdan kognitiv yuklama nazariyasi bilan asoslangan va amaliy jihatdan dars samaradorligini oshirish uchun kuchli yo'nalishtir.

Muhokama. Natijalardan kelib chiqadigan asosiy talqin shuki, yechimdagi muvaffaqiyat ko'pincha "bilim bor-yo'qligi" bilan emas, balki mazkur bilimni qo'llash paytida ishchi xotira resurslarining qanday taqsimlanishi bilan belgilanadi. Strukturaviy murakkablik yuqori bo'lganda o'quvchi bir vaqtning o'zida ko'proq element va ularning o'zaro bog'liqligini ushlab turishi kerak bo'ladi; shu bois oraliq natijalarni unutish, qadamlarni chalkashtirish hamda nazorat (monitoring)ning susayishi kabi xatolar ehtimoli ortadi. Bu holat CLT doirasida ichki yuklamaning oshishi bilan izohlanadi.

Bunda taqdimot dizayni hal qiluvchi "moderator" sifatida namoyon bo'ladi: segmentatsiya, signposting, integratsiyalangan izohlar va ortiqcha axborotni olib tashlash orqali tashqi yuklama kamaytirilsa, o'quvchi resursi yechimning mazmuniy qismiga yo'naltiriladi va germane yuklama orqali sxema qurish kuchayadi. Ayniqsa yuqori murakkablik sharoitida scaffolding va worked examples yondashuvlari "qidirish" faoliyatini qisqartirib, o'rganish samaradorligini oshirishi kutiladi.

Shu bilan birga, muhokamada expertise reversal effekti alohida e'tiborni talab qiladi: tajribali o'quvchilar uchun batafsil yo'riqnomalar va takroriy izohlar foydadan ko'ra ko'proq tashqi yuklama keltirib chiqarishi mumkin. Demak, "murakkablikni boshqarish" strategiyalari o'quvchi tayyorgarligi darajasiga moslashtirilgan bo'lishi, ya'ni bir xil dizayn barcha auditoriya uchun birday optimal emasligi nazarda tutilishi lozim.

Xulosa. Shunday qilib, strukturaviy murakkablik (elementlar interaktivligi, bosqichlar soni va cheklovlar zichligi) ishchi xotira sig'imi cheklangan sharoitda ichki kognitiv yuklamani oshiradi va bu yechimning aniqligi, tezligi hamda barqarorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Instruksion dizayn orqali tashqi (extraneous) yuklamani minimallashtirish esa murakkab vazifalarda ham yechim sifati va transferini yaxshilash uchun zarur resursni bo'shatadi.

Amaliy nuqtai nazardan, murakkab vazifalarni samarali o'qitish uchun vazifalarni segmentatsiya qilish va integratsiyalangan formatda taqdim etish, boshlovchilar uchun worked examples, completion problems hamda scaffolding-fading ketma-ketligini qo'llash, o'quvchi tajribasi ortishi bilan ortiqcha izohlarni kamaytirish (expertise reversal) tavsiya etiladi. Kelgusida kognitiv yuklama turlarini alohida o'lchash, xulqiy indikatorlar (vaqt, xato turlari) bilan birga fiziologik/ko'z harakati ko'rsatkichlarini qo'shish hamda moslashuvchan (adaptive) taqdimot modellarini sinovdan o'tkazish mazkur yo'nalishning amaliy samaradorligini oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
2. Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295–312.
3. Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
4. Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.
5. Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434.

6. van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147–177.
7. Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31.
8. Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
9. Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38(1), 15–22.

⁹ de Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105–134.