



<https://doi.org/10.70728/c.series.ped.v08.i09.120>

TABIIY-ILMIY SAVODXONLIKNI RIVOJLANTIRISHNING QAYTA ALOQALI DIDAKTIK TA’MINOTI

Suyarov Kusharbay Tashbayevich

Chirchiq davlat pedagogika universiteti fizika kafedrasi dotsenti

k.suyarov@cspu.uz

Annotatsiya. Maqolada fizika darslarida o‘quvchilarda tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirishga yo‘naltirilgan qayta aloqaga asoslangan didaktik ta’minotning nazariy-metodik asoslari yoritilgan. Unda audial, vizual, kinestetik va diskret o‘quv resurslarini o‘quvchilarning faoliyatiga mos ravishda transformatsiyalash, topshiriqlar banki, o‘qituvchi xaritasi o‘zaro integratsiyasi asoslangan. Shuningdek, fizika fan mavzusida real tajriba, virtual model va grafik tahlilni birlashtirish namunasi keltiriladi. Bunda tabiiy-ilmiy savodxonlikning besh indikatori asosida ishlab chiqilgan rubrika va baholash natijalariga ko‘ra didaktik resurslarni moslashtirish tartibi taklif etilgan. Tadqiqot nazariy-metodik xarakterga ega bo‘lib, ishlab chiqilgan yondashuv fizika ta’limida o‘quvchilarning ilmiy dalillar bilan ishlash, hodisalarni tushuntirish, ma’lumotlarni tahlil qilish va asoslangan xulosalar chiqarish faoliyatini tizimli tashkil etishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: tabiiy-ilmiy savodxonlik, fizika ta’limi, didaktik ta’minot, resurslar transformatsiyasi, topshiriqlar banki, 5E modeli, baholash rubrikasi, qayta aloqa.

ДИДАКТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются теоретико-методические основы дидактического обеспечения, основанного на обратной связи, направленной на развитие естественнонаучной грамотности учащихся на уроках физики. В ней обоснована взаимная интеграция аудиальных, визуальных, кинестетических и дискретных учебных ресурсов в соответствии с деятельностью учащихся, банка заданий и карты учителя. Также приводится пример сочетания реального опыта, виртуальной модели и графического анализа в теме физики. При этом предложена рубрика, разработанная на основе пяти индикаторов естественнонаучной грамотности, и порядок адаптации дидактических ресурсов по результатам оценки. Исследование носит теоретико-методический характер, разработанный подход служит системной организации деятельности учащихся по изучению научных фактов, объяснению явлений, анализу данных и обоснованному выводу.

Ключевые слова: естественнонаучная грамотность, обучение физике, дидактическое обеспечение, трансформация ресурсов, банк заданий, модель 5Е, рубрика оценивания, обратная связь.

FEEDBACK-BASED INSTRUCTIONAL SUPPORT FOR DEVELOPING SCIENTIFIC LITERACY IN PHYSICS LESSONS

Abstract. This article examines the theoretical and methodological foundations of feedback-based instructional support aimed at developing students' scientific literacy in physics classes. It justifies the mutual integration of auditory, visual, kinesthetic, and discrete instructional resources in accordance with student activities, a bank of tasks, and the teacher's guide. It also provides an example of combining real-world experience, a virtual model, and graphical analysis in a physics topic. Furthermore, the study proposes an assessment rubric based on five indicators of scientific literacy, along with a procedure for adapting instructional resources based on assessment results. The study is theoretical and methodological in nature; the proposed approach facilitates the systematic organization of students' activities in studying scientific facts, explaining phenomena, analyzing data, and drawing well-founded conclusions.

Keywords: scientific literacy, physics education, instructional support, resource transformation, task bank, 5E model, assessment rubric, feedback.

KIRISH

Fizik qonunni qayta bayon qilish yoki formulaga sonli qiymatlarni qo'yishning o'zi o'quvchining tabiiy-ilmiy savodxonligini to'liq ifodalamaydi. Mazkur savodxonlik fizik hodisalarni ilmiy tushuntirish, tekshiriladigan savol va farazlarni shakllantirish, tajribani rejalashtirish, olingan ma'lumotlarni tahlil va talqin qilish hamda dalillarga asoslangan xulosalarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llash kabi faoliyatlarda namoyon bo'ladi. Shu sababli darslik, laboratoriya jihozlari va raqamli resurslarning mavjudligi bilan cheklanib qolmasdan, ularni o'quvchining aniq faoliyati, kutiladigan natija va baholash mezonlari bilan uzviy bog'lash zarur. Mazkur yondashuv asosida maqolaning maqsadi fizika darslarida tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirishga xizmat qiluvchi o'quv resurslari, topshiriqlar, baholash va qayta aloqani yagona didaktik ta'minotga integratsiyalashning metodik asoslarini yoritishdan iborat bo'lib, bunda asosiy e'tibor yangi o'quv materiallar hajmini oshirishga emas, balki o'quvchi javoblaridan olingan diagnostik axborot asosida mavjud resurslarning mazmuni, taqdimoti hamda metodik yordam vositalarini maqsadli ravishda takomillashtirishga qaratiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi mamlakatlari tadqiqotchilari A.Yu. Pentin, G.S. Kovaleva, E.I. Davydova va E.S. Smirnova xalqaro baholash natijalarini tahlil qilish asosida predmet bilimini namoyish etishm, ularni amaliy vaziyatlarda qo'llash hamda o'quv faoliyatlarni mustaqil bajarish o'rtasidagi farqlarni ochib berganlar [1]. A.Yu. Pentin, G.G. Nikiforov va E.A. Nikishova tadqiqotlarida esa tabiiy-ilmiy savodxonlikka yo'naltirilgan topshiriqlarini o'quvchilarning yosh xususiyatlari va maktabdan tashqari tajribasi bilan muvofiqlashtirish masalalariga e'tibor qaratilgan [2]. Mazkur tadqiqotlar kontekstli topshiriqlarning mazmuni va funksional xususiyatlarini oddiy hisoblashga asoslangan

masalalardan farqlash uchun nazariy-metodik asos vazifasini bajaradi. Shu bilan birga, ushbu manbalarda keltirilgan empirik natijalar mazkur maqolaning tadqiqot natijalari sifatida talqin qilinmaydi, balki tadqiqotning nazariy va metodologik asosini belgilovchi ilmiy manbalar sifatida foydalaniladi.

Xorijiy nashr ishlarda R.W. Bybee tomonidan tavsiflagan 5E modeli o‘qituvchi va o‘quvchi faoliyatini jalb qilish, tadqiq etish, tushuntirish, chuqurlashtirish va baholash bosqichlari asosida izchil tashkil etish imkonini beradi [3, 65–72-b.]. R.L. Bell, L. Smetana va I. Binnsning tadqiqotga asoslangan o‘qitish konsepsiyasida esa o‘quvchining mustaqillik darajasiga qarab metodik qo‘llab-quvvatlash mazmuni va hajmini differensiallashtirish zarurligi asoslanad [4, 30–33-b.]. R.E. Mayerning tadqiqotlarida verbal va vizual axborotni faol qayta ishlash hamda insonning kognitiv resurslari cheklanganligi ta’kidlanib, shu asosda ko‘p modallilik axborot miqdorini mexanik ravishda oshirish emas, balki mazmunan o‘zaro bog‘langan va kognitiv jihatdan muvofiq ifoda shakllarini tanlash tamoyili sifatida talqin etiladi [5]. N.D. Finkelstein va hammualliflarining elektr zanjirlarini o‘rganishga doir tadqiqotida simulyatsiyalardan foydalanishning konseptual tushunish va real jihozlar bilan ishlashga ta’siri muayyan universitet kursi sharoitida empirik jihatdan o‘rganilgan [6]. Shu bois mazkur natijalarni umumlashtirib, maktabdagi barcha tajriba faoliyatlarini virtual muhit bilan almashtirish uchun universal asos sifatida talqin qilish metodologik jihatdan asosli emas. P. Black va D. Wiliam tomonidan ishlab chiqilgan formativ baholash yondashuvida esa o‘quvchining faoliyati va natijalaridan olingan dalillardan keyingi ta’limiy qarorlarni belgilashda foydalanish markaziy o‘rin tutadi [7]. Mazkur yondashuv qayta aloqani faqat natijani baholash yoki ball qo‘yish vositasi sifatida emas, balki keyingi o‘quv faoliyatini maqsadli ravishda moslashtirish mexanizmi sifatida talqin qilish uchun nazariy asos yaratadi.

Nazariy yondashuvlarni metodik jihatdan umumlashtirishda didaktik materiallarning mazmuniy tahlili, tarkibiy-funksional modellash va metodik umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Bunda o‘quv resurslari transformatsiyasi, topshiriqlar banki va baholash tavsiflari ilmiy adabiyotlarda asoslangan yondashuvlar bilan qiyosiy tahlil qilinib, ularning o‘zaro funksional aloqadorligi yagona metodik tuzilma doirasida tizimlashtirildi. Tahlil birligi sifatida «maqsad – topshiriq – o‘quvchi faoliyati – kuzatiladigan dalil – qayta aloqa» zanjiri belgilandi. Mazkur zanjir asosida o‘quv maqsadining topshiriq mazmunida operatsion ifodalanishi, topshiriq orqali o‘quvchi faoliyatining yuzaga kelishi, faoliyat natijasining kuzatiladigan va baholanadigan dalil sifatida namoyon bo‘lishi hamda ushbu dalillar asosida keyingi ta’limiy ta’sirni moslashtirish imkoniyatlari tahlil qilindi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Didaktik ta’minotning tarkibiy bog‘lanishi. Didaktik ta’minotning amaliy tarkibi va har bir komponentning vazifasi 1-jadvalda umumlashtirildi.

1-jadval

Didaktik ta’minot komponentlari va ularning vazifalari

Komponent	Mazmuni va didaktik vazifasi
O‘qituvchi metodik xaritasi	Maqsad, bosqich, resurs va mezonni bog‘laydi.

O‘quvchi ish varaqasi	Faraz, o‘lchash, dalil va xulosani qayd etadi.
Topshiriqlar banki	Kontekstli, tajribaviy va grafik vazifalarni darajalaydi.
Real va virtual resurslar	Kuzatish, o‘lchash va modellashni ta‘minlaydi.
Baholash rubrikasi	Bajarilgan ishni aniq indikatorlar bo‘yicha tavsiflaydi.
Refleksiv monitoring	Qiyinchilikni aniqlab, resursni qayta tanlashga yo‘naltiradi.

Didaktik ta‘minot maqsad, mazmun, metod, vosita, faoliyat, baholash va refleksiyaning birlashtiruvchi o‘quv-metodik tizim sifatida loyihalandi. Kompetensiyaviy yondashuv yakuniy harakatni belgilaydi; tizimli-faoliyatli yondashuv komponentlar bog‘lanishini ta‘minlaydi; konstruktivistik, kontekstli va tadqiqotga asoslangan yondashuvlar esa o‘quvchining mavjud tajribasidan ilmiy dalilga o‘tishini tashkil etadi. O‘qituvchi xaritasi va o‘quvchi varaqasi parallel tuziladi: xaritadagi “muammo qo‘yish” harakatiga varaqadagi “muammoni ifodalang”, “tajribani tashkil etish”ga “faraz va natijani yozing”, “xulosani baholash”ga “dalilingizni ko‘rsating” topshirig‘i mos keladi. Shu tarzda rejalashtirish hujjati bajarilgan ish dalili bilan bog‘lanadi. Tizimning qayta aloqa yo‘nalishi esa natijadan topshiriq va resursni qayta tanlashga olib boradi.

Resurslar transformatsiyasi va topshiriqlar banki. Resurslar transformatsiyasi nazariy matn, rasm, formula yoki laboratoriya yo‘riqnomasini o‘quvchining turli ilmiy harakatlarini yuzaga chiqaradigan shakllarga aylantirishdir. Audial resursda savol, muhokama va og‘zaki dalillash; vizual resursda sxema, jadval va grafik tahlil; kinestetik resursda tajriba, o‘lchash va qurilma yig‘ish; diskret resursda esa mantiqiy-algoritmik tartib, formula va qadamli yo‘riqnoma ustuvor bo‘ladi. “Diskret” bu yerda raqamli qurilmani emas, axborotni mantiqiy ketma-ketlikda tashkil etishni anglatadi. Ushbu shakllar o‘quvchilarni o‘zgaras “audial”, “vizual” yoki boshqa tiplarga ajratish uchun ishlatilmaydi. Bir o‘quvchi mavzuga qarab bir nechta shakldan foydalanadi. Masalan, “Bosim” mavzusida chang‘ining qorda botishni kamaytirishi muhokama qilinadi, kuch va tayanch yuzasi chizmada ajratiladi, bir xil jismning turli yuzalari solishtiriladi, so‘ng natija formula orqali izohlanadi. Resurs turi taxmin qilingan “o‘rganish uslubi”ga emas, kuzatilgan o‘quv qiyinchiligiga qarab tanlanadi.

Topshiriqlar bankidagi har bir vazifa mavzu va sinf, kompetensiya, hayotiy kontekst, resurs, faoliyat turi, kognitiv talab hamda baholash mezonini bilan pasportlashtiriladi. Birinchi daraja tushuncha va qonunni anglashni, ikkinchisi tajriba yoki grafik orqali qo‘llashni, uchinchisi yangi vaziyatda asoslangan qaror chiqarishni talab etadi. Bank kontekstli savollar, grafik-jadvalli vazifalar, laboratoriya, simulyatsiya va loyiha topshiriqlarini qamrab oladi. Ijtimoiy-ilmiy muammolar energiya tejamlorligi, ekologiya va texnika xavfsizligi kabi kontekstlar orqali kiritiladi. Har bir modulda konseptual yadro, faoliyatli topshiriq va hayotiy transfer birligi saqlanadi.

“Om qonuni” mavzusidagi metodik namuna ishlab chiqilgan ta‘minotning darsda qanday ishlashini ko‘rsatadi. Modul savoli: kuchlanish va qarshilik o‘zgarganda tok kuchi qanday o‘zgaradi? Kutiladigan ish mahsuloti – zanjir sxemasi, o‘lchash jadvali, grafik, dalilli xulosa va refleksiv yozuv. Jalb qilish bosqichida o‘quvchilar tok kuchini o‘zgartirish mumkin bo‘lgan sabablar haqida taxmin bildiradi. Tadqiq etishda o‘qituvchi nazoratidagi past kuchlanishli o‘quv zanjiri yig‘iladi, ampermetr va voltmeter yordamida o‘lchashlar bajariladi. Avval

qarshilik o‘zgarmagan holda kuchlanish o‘zgartiriladi; keyin alohida tajribada kuchlanish saqlanib, qarshilik o‘zgartiriladi. Bir vaqtning o‘zida ikkala omilni o‘zgartirmaslik mustaqil va bog‘liq o‘zgaruvchilarni ajratishga xizmat qiladi.

O‘quvchi real tajriba shartlarini virtual modelda takrorlaydi, natijalarni jadvalda qiyoslaydi va grafikni chizadi. Tushuntirish bosqichida olingan bog‘lanishlar zanjir qismining Om qonuni uning formulasi bilan izohlanadi. Chiziqli bog‘lanish o‘tkazgichning harorati deyarli o‘zgarmaydigan sharoit uchun talqin qilinadi. Haqiqiy o‘lchash bilan ideallashtirilgan model orasidagi farq asbob aniqligi, ulanishlar va tajriba sharoiti nuqtayi nazaridan muhokama etiladi; barcha farqni avtomatik ravishda o‘quvchi xatosi deb baholash mumkin emas. Chuqurlashtirishda qarshilikni yoki kuchlanishni o‘zgartirishning yangi vaziyatdagi oqibati oldindan aytiladi va tekshirish rejasi taklif qilinadi. Baholashda tayyor formula emas, o‘zgaruvchilarni ajratish, grafik o‘qlarini belgilash va dalilli xulosa e‘tiborga olinadi. Dastlab tayyor jadval hamda yo‘naltiruvchi savol beriladi; keyingi topshiriqda o‘quvchi jadvalni o‘zi tuzadi. Natijada audial muhokama, vizual grafik, kinestetik o‘lchash va diskret izohlash bir faoliyat zanjirida qo‘llanadi.

Baholash va qayta aloqa mexanizmi. Tabiiy-ilmiy savodxonlik besh indikator bo‘yicha tavsiflanadi: ilmiy tushuntirish, tadqiqotni loyihalash, dalilni tahlil qilish, hayotiy kontekstda qo‘llash va refleksiya. Har bir indikator uchun past, o‘rta, yuqori va ijodiy darajalar ajratiladi. Darajalar o‘quvchining o‘zgarmas xususiyatini emas, muayyan topshiriqda namoyon bo‘lgan faoliyatini bildiradi. Rubrikaning ixcham ko‘rinishi 2-jadvalda berildi.

2-jadval

Tabiiy-ilmiy savodxonlikni baholash rubrikasi

Indikator	Past	O‘rta	Yuqori	Ijodiy
Ilmiy tushuntirish	Kundalik tavsif bilan cheklanadi.	Tushunchani qisman qo‘llaydi.	Qonun yoki model bilan izohlaydi.	Yangi hodisani dalil bilan izohlaydi.
Tadqiqotni loyihalash	Yo‘riqnomaga to‘liq bog‘liq.	Bosqichlarni yordam bilan bajaradi.	O‘zgaruvchi turlarini ajratadi.	Tajriba rejasini yaxshilaydi.
Dalilni tahlil qilish	Alohida qiymatni o‘qiydi.	Bog‘lanishni qisman ko‘radi.	Dalil asosida xulosa chiqaradi.	Xatolik va cheklovni baholaydi.
Kontekstda qo‘llash	Hayotiy bog‘lanishni ko‘rsatmaydi.	Tanish vaziyatda qo‘llaydi.	Yangi vaziyatda asosli qo‘llaydi.	Muqobil yechimlarni qiyoslaydi.
Refleksiya	Javobini tekshirmaydi.	Umumiy baho beradi.	Xato va tuzatish yo‘lini ko‘rsatadi.	Strategiyasini baholab, yangi maqsad qo‘yadi.

Qayta aloqa uch darajada tashkil etiladi. O‘quvchi o‘z ishini mezon bilan solishtirib, xato va keyingi qadamni belgilaydi. O‘qituvchi individual hamda sinf natijalarini tahlil qilib, yordam shaklini qayta tanlaydi. Metodik birlashma darajasida takrorlanuvchi qiyinchiliklar asosida topshiriqlar banki va resurslar paketi yangilanadi. Bunda umumiy ball bilan cheklanmasdan, har bir indikator bo‘yicha kuzatilgan dalil qayd etiladi. Masalan, o‘quvchi

qonunni og‘zaki tushuntirib, grafikdan xulosa chiqara olmasa, unga grafikni o‘qish tayanchi beriladi. Tajribani bajarsa-yu, xulosani asoslay olmasa, “natija – dalil – fizik izoh” ketma-ketligi taklif etiladi. Nazariy bilimni real vaziyatga ko‘chirishda qiynalsa, yangi kontekstli topshiriq tanlanadi. Keyingi ishda ayni indikator qayta kuzatiladi. Demak, qayta aloqa “xato bor” degan xabar bilan tugamaydi: u bajarilishi mumkin bo‘lgan tuzatish harakatini belgilaydi. Taklif etilgan tizimning metodik farqi resurslar xilma-xilligida emas, natijani resurs transformatsiyasiga bog‘lashidadir. Uni qo‘llash o‘qituvchining metodik tayyorgarligi, xavfsiz tajriba jihozlari, yoshga mos topshiriqlar va erkin ilmiy muloqot muhitini talab qiladi. Hozirgi loyihalash natijasi sababiy pedagogik samarani yoki rubrikaning o‘lchash ishonchliligini tasdiqlamaydi. Keyingi empirik tekshiruvda mezonlarning tushunarligi, baholovchilararo moslik va boshlang‘ich-yakuniy ishlar qiyosiyliги alohida tekshirilishi zarur.

XULOSA

Tadqiqot natijalari fizika darslarida tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirishni alohida o‘quv resurslari yoki topshiriqlar majmuasini joriy etish bilan cheklab bo‘lmasligini ko‘rsatadi. Mazkur jarayon o‘quv maqsadi, topshiriq mazmuni, o‘quvchi faoliyati, kuzatiladigan faoliyat dalili, baholash va qayta aloqaning funksional jihatdan o‘zaro bog‘langan didaktik tizim sifatida loyihalanishini talab etadi. Shu nuqtayi nazardan, maqolada taklif etilgan «maqsad – topshiriq – o‘quvchi faoliyati – kuzatiladigan dalil – qayta aloqa» zanjiri didaktik ta‘minotning ichki mantiqiy asosini tashkil etadi.

Tabiiy-ilmiy savodxonlikni baholash uchun taklif etilgan besh indikator – ilmiy tushuntirish, tadqiqotni loyihalash, dalilni tahlil qilish, hayotiy kontekstda qo‘llash va refleksiya – o‘quvchining bilimni qay darajada eslab qolganidan ko‘ra, uni ilmiy faoliyat jarayonida qanday qo‘llayotganini aniqlashga imkon beradi. Past, o‘rta, yuqori va ijodiy darajalarning faoliyatga asoslangan tarzda tavsiflanishi baholashni o‘quvchining o‘zgarmas shaxsiy xususiyati sifatida emas, balki muayyan topshiriqda namoyon bo‘lgan faoliyat natijasi sifatida talqin qilishga sharoit yaratadi.

Qayta aloqa mexanizmining o‘ziga xosligi uning faqat xatoni qayd etishga emas, keyingi ta‘limiy harakatni belgilashga yo‘naltirilganidadir. O‘quvchi darajasida o‘z faoliyatini mezonlar asosida tahlil qilish, o‘qituvchi darajasida metodik yordam shaklini qayta tanlash, metodik birlashma darajasida esa takrorlanuvchi qiyinchiliklar asosida topshiriqlar va resurslarni yangilash yagona qayta aloqa tizimini hosil qiladi. Shu sababli baholash natijasi yakuniy ko‘rsatkich sifatida emas, keyingi o‘quv faoliyatini moslashtirish uchun diagnostik axborot sifatida talqin qilinadi. Shunday qilib, maqolada asoslangan didaktik ta‘minotning metodik mohiyati resurslar sonini ko‘paytirishda emas, balki mavjud resurslarni kutiladigan o‘quv faoliyati, kuzatiladigan dalil va keyingi metodik qaror bilan funksional jihatdan bog‘lashda namoyon bo‘ladi. Mazkur yondashuv fizika ta‘limida tabiiy-ilmiy savodxonlikning tarkibiy jihatdan yaxlit va faoliyatga yo‘naltirilgan holda rivojlanishini metodik jihatdan ta‘minlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных

исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. – 2018. – № 1. – С. 79–109. – DOI: 10.17323/1814-9545-2018-1-79-109.

2. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Никишова Е.А. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1, № 4 (61). – С. 80–97.

3. Bybee R.W. The BSCS 5E Instructional Model: Creating Teachable Moments. – Arlington, VA: NSTA Press, 2015.

4. Bell R.L., Smetana L., Binns I. Simplifying Inquiry Instruction // The Science Teacher. – 2005. – Vol. 72, № 7. – P. 30–33.

5. Mayer R.E. The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning // Educational Psychology Review. – 2024. – Vol. 36. – Article 8. – DOI: 10.1007/s10648-023-09842-1.

6. Finkelstein N.D., Adams W.K., Keller C.J., Kohl P.B., Perkins K.K., Podolefsky N.S., Reid S., LeMaster R. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. – 2005. – Vol. 1. – 010103. – DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.1.010103.

7. Black P., Wiliam D. Developing the theory of formative assessment // Educational Assessment, Evaluation and Accountability. – 2009. – Vol. 21, № 1. – P. 5–31. – DOI: 10.1007/s11092-008-9068-5.