e-ISSN 3060-5059
DOI: 10.67227

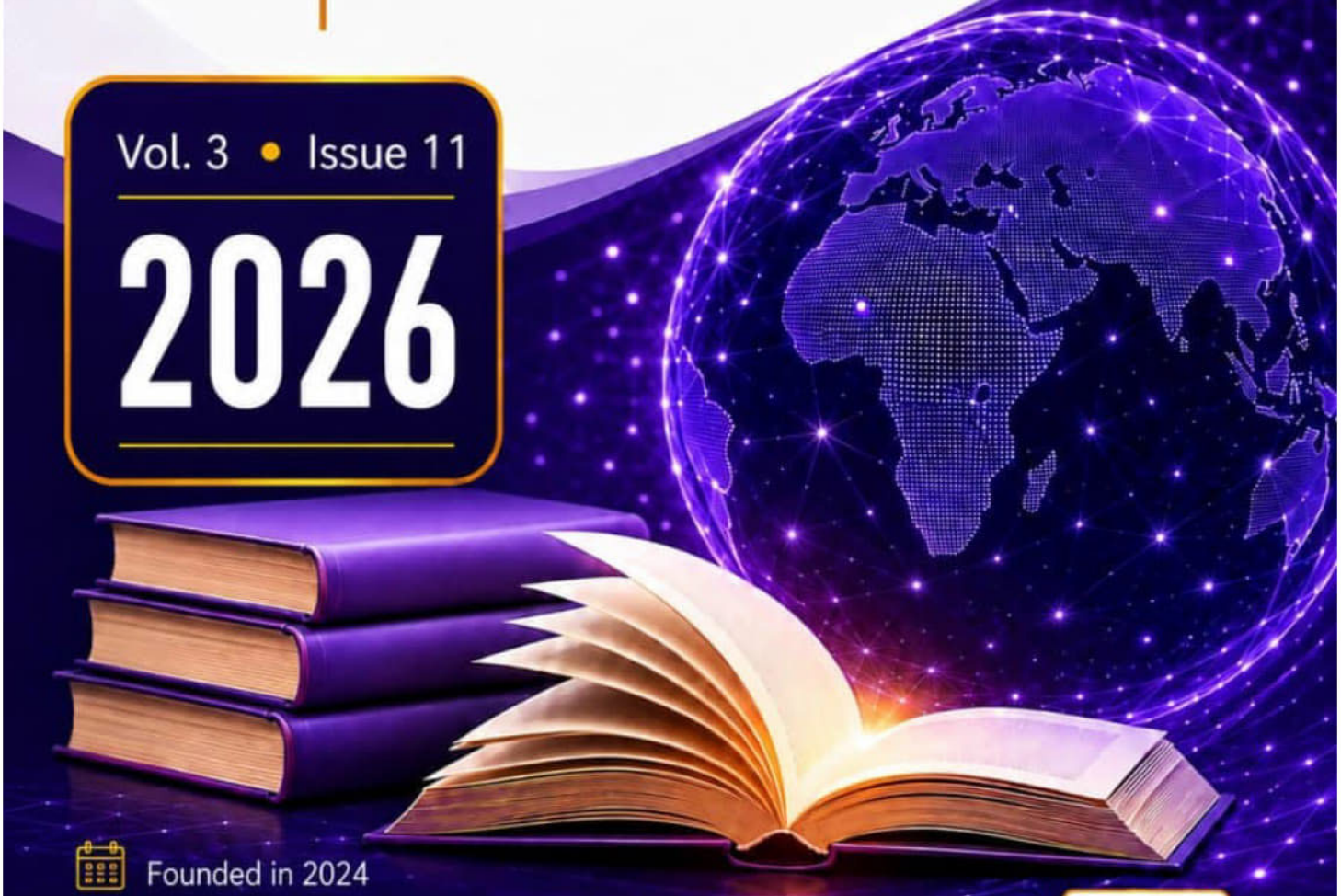
# IJTIMOIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNAL

Scientific and Innovative Research in Social and Humanitarian Studies

Vol. 3 • Issue 11

2026



Founded in 2024

publishscience.uz | publish_science_journal@mail.ru

PEER REVIEWED • OPEN ACCESS

ISSN 3060-5059 (Online)
*Article / Original paper* https://doi.org/10.67227/y1rc1874

# TIZIMLAR VA SIGNALLARNI QAYTA ISHLASH FANINI O‘QITISHDA TALABALARNING INTELLEKTUAL KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

**To‘ychiboyev Abbosjon Erali o‘g‘li**
Tashkent Perfect University, o‘qituvchi.
**e-mail:** abbosjontoychiboyev@gmail.com **ORCID**: https://orcid.org/0009-0006-2323-1698

**Annotatsiya.**
Maqolada tizimlar va signallarni qayta ishlash fanini o‘qitishda talabalarning intellektual kompetentligini rivojlantirishning pedagogik imkoniyatlari nazariy va metodik jihatdan tahlil qilingan. Intellektual kompetentlik talabaning murakkab texnik muammolarni tahlil qilish, tizimli aloqalarni aniqlash, matematik va algoritmik modellar yaratish, muqobil yechimlarni taqqoslash, dalillarga asoslangan qarorlar qabul qilish hamda o‘z faoliyatini refleksiv baholash qobiliyatlarining integrativ birligi sifatida talqin etiladi. Tadqiqotda ilmiy adabiyotlarni integrativ tahlil qilish, qiyoslash, pedagogik modellashtirish va kontent-tahlil usullaridan foydalanilgan. Tahlil natijasida fan mazmunining intellektual rivojlantiruvchi salohiyati muammoli vaziyatlar, loyiha va dizayn topshiriqlari, ko‘p reprezentatsiyali tushuntirish, kompyuterda modellashtirish va simulyatsiya, hamkorlikdagi tahlil, formativ baholash hamda refleksiya orqali namoyon bo‘lishi asoslangan. Shuningdek, analitik-mantiqiy, tizimli, algoritmik, muammoli-ijodiy va metakognitiv komponentlarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan pedagogik model taklif etilgan. Mazkur model nazariy bilimlarni real signallar va tizimlar bilan bog‘lash, talabani tayyor algoritmlarni takrorlovchi emas, balki model tanlaydigan, natijalarni izohlaydigan va yechimlarni asoslaydigan faol subyektga aylantirishga xizmat qiladi.

**Kalit so‘zlar:** tizimlar va signallarni qayta ishlash, intellektual kompetentlik, analitik fikrlash, tizimli fikrlash, algoritmik fikrlash, muammoli ta’lim, loyiha asosida o‘qitish, simulyatsiya, refleksiya.

# ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

**Туйчибоев Аббосжон Эрали угли**
Ташкентский университет Perfect, преподаватель.

**Аннотация.**
В статье представлен теоретико-методический анализ педагогических возможностей развития интеллектуальной компетентности студентов при преподавании дисциплины «Системы и обработка сигналов». Интеллектуальная компетентность рассматривается как интегративная совокупность способностей студента анализировать сложные технические проблемы, выявлять системные взаимосвязи, создавать математические и алгоритмические модели, сопоставлять альтернативные решения, принимать обоснованные решения и осуществлять рефлексивную оценку собственной деятельности. В исследовании использованы методы интегративного анализа научной литературы, сравнения, педагогического моделирования и контент-анализа. В результате анализа обосновано, что потенциал содержания дисциплины в развитии интеллектуальных способностей реализуется посредством проблемных ситуаций, проектных и конструкторских заданий, использования множественных форм представления информации, компьютерного моделирования и симуляции, совместного анализа, формирующего оценивания и рефлексии. Кроме того, предложена педагогическая модель, направленная на развитие аналитико-логического, системного, алгоритмического, проблемно-творческого и метакогнитивного компонентов интеллектуальной компетентности. Данная модель способствует установлению взаимосвязи между теоретическими знаниями и реальными сигналами и системами, а также превращению студента из пассивного исполнителя готовых алгоритмов в активного субъекта образовательного процесса, способного самостоятельно выбирать модели, интерпретировать результаты и обосновывать предлагаемые решения.

**Ключевые слова:** системы и обработка сигналов, интеллектуальная

компетентность, аналитическое мышление, системное мышление, алгоритмическое мышление, проблемное обучение, проектное обучение, симуляция, рефлексия.

# PEDAGOGICAL OPPORTUNITIES FOR DEVELOPING STUDENTS' INTELLECTUAL COMPETENCE IN TEACHING SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING

**To'ychiboyev Abbosjon Erali o'g'li**
Tashkent Perfect University, Lecturer.

**Abstract.**
The article presents a theoretical and methodological analysis of the pedagogical opportunities for developing students' intellectual competence in teaching the course "Systems and Signal Processing." Intellectual competence is interpreted as an integrated set of abilities that enable students to analyze complex technical problems, identify systemic relationships, develop mathematical and algorithmic models, compare alternative solutions, make evidence-based decisions, and reflectively evaluate their own activities. The study employs integrative analysis of scholarly literature, comparison, pedagogical modeling, and content analysis. The findings substantiate that the intellectual development potential of the course content can be realized through problem-based situations, project and design assignments, multiple representations of information, computer modeling and simulation, collaborative analysis, formative assessment, and reflection. Furthermore, a pedagogical model aimed at developing the analytical-logical, systemic, algorithmic, problem-solving and creative, and metacognitive components of intellectual competence is proposed. This model facilitates the integration of theoretical knowledge with real-world signals and systems, transforming students from passive followers of predefined algorithms into active participants in the learning process who can independently select models, interpret results, and justify proposed solutions.

**Keywords:** systems and signal processing, intellectual competence, analytical thinking, systems thinking, algorithmic thinking, problem-based learning, project-based learning, simulation, reflection.

**Kirish**. Raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, kiberfizik tizimlar va ma'lumotlarga asoslangan muhandislik yechimlarining kengayishi texnika yo'nalishidagi mutaxassislardan nafaqat formulalar va standart algoritmlarni bilishni, balki murakkab axborotni tahlil qilish, muammoni tarkibiy qismlarga ajratish, modelni tanlash, hisoblash natijalarini talqin etish va qarorlarni asoslashni ham talab etmoqda. Shu sababli oliy ta'limda fan mazmunini o'zlashtirish natijasi bilim hajmi bilangina emas, balki talabaning intellektual faoliyatni mustaqil tashkil eta olish darajasi bilan ham baholanishi zarur. Tizimlar va signallarni qayta ishlash fani bu vazifani hal etish uchun alohida pedagogik salohiyatga ega. Fan doirasida talaba vaqt va chastota sohalari o'rtasida o'tishlarni amalga oshiradi, real jarayonni matematik model bilan ifodalaydi, uzluksiz va diskret tasvirlarni bog'laydi, filtr yoki tizim parametrlarini tanlaydi, natijalarni grafik va spektral ko'rinishlarda talqin qiladi. Bunday faoliyat abstraksiya, tahlil, sintez, taqqoslash, sabab-oqibat aloqalarini aniqlash va modelning chegaralarini tushunish kabi yuqori darajadagi kognitiv amallarni tabiiy ravishda talab qiladi.

Signallarni qayta ishlash ta'limiga oid tadqiqotlarda dizayn va loyihaga asoslangan yondashuvlarning nazariy tushunchalarni amaliy muammolar bilan bog'lash, talabalar mustaqilligini kuchaytirish hamda murakkab vazifalarni yechish tajribasini shakllantirishdagi ahamiyati qayd etilgan [1–4]. Muhandislik ta'limiga bag'ishlangan zamonaviy tizimli sharhlar ham loyihaga asoslangan o'qitish texnik va transversal kompetensiyalarni rivojlantirishga xizmat qilishini ko'rsatadi [5–7]. 2026-yilda e'lon qilingan raqamli signallarni qayta ishlash (DSP) ta'limiga doir tadqiqot esa hamkorlikdagi izlanish, simulyatsiya va real muhandislik kontekstlarini birlashtirish o'quv motivatsiyasi, amaliy ko'nikmalar va muammolarni hal qilish faoliyatini kuchaytirishini ko'rsatgan [8]. Biroq signallarni qayta ishlash kursida intellektual kompetentlikning aynan qaysi komponentlari qanday pedagogik imkoniyatlar hisobiga rivojlanishi, o'quv topshirig'i va intellektual amal o'rtasidagi bog'lanish hamda baholashning mazkur jarayondagi o'rni ko'pincha tarqoq holda yoritiladi. Shu nuqtayi nazardan, mazkur tadqiqotning maqsadi — tizimlar va signallarni qayta ishlash fanining mazmuni va o'qitish texnologiyalarini intellektual kompetentlikni rivojlantirish nuqtayi nazaridan tizimlashtirish hamda pedagogik imkoniyatlar modelini taklif etishdan iborat.

**ADABIYOTLAR TAHLILI**

Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanini o'qitish metodikasiga oid ilmiy adabiyotlar mazkur fan mazmunining o'ziga xosligi uni an'anaviy reproduktiv o'qitishdan ko'ra faol, amaliy va muammoli yondashuvlar asosida tashkil etishni talab qilishini ko'rsatadi. Bu yo'nalishdagi tadqiqotlarda, avvalo, signallarni qayta ishlash tushunchalarini muhandislik faoliyatiga yaqinlashtirish, nazariy bilimlarni loyihalash va tajriba bilan bog'lash, talabaning mustaqil qaror qabul qilish imkoniyatlarini kengaytirish masalalariga e'tibor qaratilgan. Shu jihatdan Aboutanios, Sethu, Ambikairajah, Taubman va Epps tomonidan taklif etilgan pedagogik yondashuv alohida ahamiyatga ega. Mualliflar signallarni qayta ishlashni o'qitishda muntazam va turli xarakterdagi dizayn topshiriqlaridan foydalanish zarurligini asoslaydilar. Ularning fikricha, dizayn faoliyati talabani tayyor matematik formulani qo'llashdan tashqari, muammoning shartlarini aniqlash, yechim variantlarini ishlab chiqish, tanlangan yechimning samaradorligini tekshirish va uni texnik nuqtayi nazardan asoslashga yo'naltiradi [1, 134–137-b.]. Mazkur qarash signallarni qayta ishlash fanida intellektual kompetentlikni rivojlantirishning

muhim sharti sifatida topshiriqning kognitiv murakkabligini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.

Alqudah, Qaralleh va Mace tadqiqotida raqamli signallarni qayta ishlashni loyihaga asoslangan holda o‘qitish masalasi amaliy faoliyat bilan bog‘liq holda yoritilgan. Tadqiqotchilar loyiha topshiriqlari o‘quv jarayonida talabani mustaqil izlanishga, muammoni amaliy vaziyat sifatida ko‘rishga va nazariy bilimlarni muayyan texnik masalalarga tatbiq etishga undashini ko‘rsatadilar [2, 22–24-b.]. Ushbu yondashuvning muhim tomoni shundaki, bunda o‘quv materiali alohida formulalar yig‘indisi sifatida emas, balki muayyan texnik vazifani bajarish vositasi sifatida namoyon bo‘ladi. Natijada talaba matematik amalning o‘zini emas, uning muhandislik vazifasidagi funksional ahamiyatini anglashga yo‘naltiriladi. Bu esa intellektual kompetentlikning amaliy-kognitiv jihatini kuchaytiradi.

Deshpande tomonidan olib borilgan tadqiqotda raqamli signallarni qayta ishlash kursida loyihaga asoslangan o‘qitishning kognitiv va xulqiy faollikka ta’siri masalasi ilgari suriladi. Tadqiqotda o‘quv jarayonining talaba mustaqilligiga yo‘naltirilishi, mustaqil ta’lim olish elementlarining kuchayishi va talabaning o‘z faoliyati uchun mas’uliyatni ko‘proq o‘z zimmasiga olishi muhim metodik omillar sifatida ko‘rsatiladi [3]. Bu yondashuv intellektual kompetentlikning faqat analitik fikrlash bilan chegaralanmasligini, balki o‘quv faoliyatini mustaqil rejalashtirish, zarur axborotni izlash va o‘zlashtirish strategiyasini tanlash kabi metakognitiv jarayonlarni ham qamrab olishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, signallarni qayta ishlash kabi matematik apparati murakkab bo‘lgan fanlarda mustaqil o‘rganish strategiyasining shakllanishi keyingi kasbiy faoliyat uchun ham muhim omil hisoblanadi.

Iriondo, Montero, Sevillano va Socoróning tadqiqotida axborot-kommunikatsiya texnologiyalari yo‘nalishidagi talabalar uchun signallarni qayta ishlash va loyiha boshqaruvini birlashtiruvchi o‘quv videoo‘yinini ishlab chiqish tajribasi tahlil qilingan. Mualliflar o‘quv mazmunini interaktiv va amaliy muhitga olib kirish talabaning murakkab tushunchalarni faol o‘zlashtirishiga yordam berishini ko‘rsatadilar [4, 385–390-b.]. Mazkur ishning metodik jihatdan ahamiyatli tomoni signallarni qayta ishlashga oid bilimlarni faqat matematik hisoblash bilan emas, balki loyihani rejalashtirish, vazifalarni taqsimlash va yakuniy mahsulotni yaratish bilan birgalikda ko‘rishga imkon berishidadir. Shunday qilib, intellektual faoliyatning analitik va algoritmik shakllari tashkiliy va kommunikativ faoliyat bilan uyg‘unlashadi.

Muhandislik ta’limida loyihaga asoslangan o‘qitishning samaradorligini umumlashtiruvchi tadqiqotlarda ham mazkur metodning imkoniyatlari yanada kengroq pedagogik kontekstda tahlil qilingan. Ramírez de Dampierre, Gaya-López va Lara-Bercial muhandislik dasturlarida loyihaga asoslangan ta’limni (project-based learning) qo‘llash bo‘yicha adabiyotlarni tizimlashtirib, uning samaradorligi faqat loyihaning mavjudligi bilan emas, balki loyiha vazifalarining o‘quv maqsadlari bilan qanchalik muvofiqlashtirilganiga bog‘liqligini ko‘rsatadilar [5, 1107-b.]. Mualliflar loyiha faoliyatida talabaga aniq natija yaratish bilan birga jarayonni rejalashtirish, resurslarni boshqarish, qarorlarni asoslash va natijani baholash imkoniyatlari berilishi lozimligini ta’kidlaydilar. Bu xulosa signallarni qayta ishlash fanida loyiha topshirig‘ini shunchaki dasturiy mahsulot yoki hisoblash natijasini olishga emas, balki qaror qabul qilish jarayonini namoyon etishga yo‘naltirish zarurligini asoslaydi.

2024-yilda nashr etilgan “Project-Based Learning (PBL) as an Experiential Pedagogical Methodology in Engineering Education” nomli sharhda loyihaga asoslangan o‘qitish tajribaviy ta’limning muhim shakllaridan biri sifatida tavsiflanadi. Unda muhandislik ta’limida bilimlarni bevosita faoliyat orqali o‘zlashtirish, amaliy vaziyatlarni modellashtirish va talabani muhandislik qarorlarini ishlab chiqishga jalb etishning pedagogik ahamiyati ko‘rsatiladi [6, 617-b.]. Bunday yondashuvda o‘qituvchi bilimning yagona manbai sifatida emas, balki o‘quv faoliyatini tashkil etuvchi va yo‘naltiruvchi subyekt sifatida namoyon bo‘ladi. Signallarni qayta ishlash fanida ushbu tamoyil, ayniqsa, modellashtirish, dasturlash va eksperimental tekshirish bilan bog‘liq mashg‘ulotlarda samarali qo‘llanishi mumkin.

Hidayat va hammualliflarning 21 yillik tadqiqotlarni qamrab olgan meta-tahlili loyihaga asoslangan o‘qitishning muhandislik ta’limidagi uzoq muddatli metodik rivojlanishini ko‘rsatib beradi. Mualliflar loyiha faoliyatining texnik bilimlar bilan bir qatorda muammolarni hal qilish, hamkorlik, kommunikatsiya va mustaqil faoliyat kabi ko‘nikmalarni shakllantirish bilan bog‘liqligini qayd etadilar [7, 3519–3522-b.]. Ushbu natijalar signallarni qayta ishlash fanidagi intellektual kompetentlikni tor ma’noda matematik yoki algoritmik qobiliyat sifatida emas, balki turli faoliyatlarni birlashtiruvchi kompleks pedagogik hodisa sifatida qarashga asos beradi.

Signallarni qayta ishlash ta’limining zamonaviy tendensiyalari Xie, Zhu, Wang, Bai va Zhang tomonidan olib borilgan tadqiqotda ham o‘z aksini topgan. Mualliflar raqamli signallarni qayta ishlashni o‘qitishda raqamli vositalar, hamkorlikka asoslangan faoliyat va real muhandislik vaziyatlarini birlashtirish masalasini ko‘taradilar [8]. Tadqiqotda o‘quv jarayonining raqamli muhit bilan integratsiyalashuvi talabaning tajriba o‘tkazish, parametrlarni o‘zgartirish va natijalarni kuzatish imkoniyatlarini kengaytirishi ta’kidlanadi [8]. Bunda kompyuter simulyatsiyasi tayyor natijani ko‘rsatish vositasi emas, balki gipotezani tekshirish va sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash vositasiga aylanishi muhimdir. Mazkur jihat intellektual kompetentlikning tadqiqotchilik va analitik komponentlari bilan bevosita bog‘lanadi.

Intellektual faoliyatning mazmunini aniqlashda Bloom taksonomiyasining qayta ishlangan varianti muhim nazariy asoslardan biridir. Anderson va Krathwohl bilimlarni eslab qolish va tushunish bilan cheklanmay, ularni qo‘llash, tahlil qilish, baholash va yangi mahsulot yaratish darajalarida o‘zlashtirishni farqlaydilar [9, 66–68-b.]. Signallarni qayta ishlash faniga nisbatan ushbu modelni qo‘llaganda, masalan, filtr formulasini eslab qolish quyi darajadagi faoliyatni, berilgan signal uchun mos filtrni tanlash tahlil va qo‘llashni, bir nechta filtr variantlarini mezonlar asosida solishtirish baholashni, yangi texnik vazifa uchun o‘z algoritmini ishlab chiqish esa yaratish darajasini ifodalaydi. Demak, intellektual kompetentlikni shakllantirishda o‘quv topshiriqlari kognitiv murakkablikning turli bosqichlarini izchil qamrab olishi kerak.

Kolbning tajribaviy o‘rganish nazariyasi ham signallarni qayta ishlash fanidagi amaliy va modellashtirishga asoslangan faoliyatni izohlash uchun muhim metodologik asos bo‘la oladi. Mazkur nazariyada o‘rganish konkret tajriba,

reflektiv kuzatish, abstrakt konseptuallashtirish va faol eksperiment bosqichlarining o‘zaro almashinuvi orqali yuzaga kelishi ko‘rsatiladi [10, 30–38-b.]. Signallarni qayta ishlash mashg‘ulotida bu sikl real yoki modellashtirilgan signal bilan ishlash, uning xususiyatlarini kuzatish, matematik tushunchalar bilan izohlash va parametrlarni o‘zgartirib, qayta tajriba o‘tkazish shaklida tashkil etilishi mumkin. Shu sababli laboratoriya mashg‘ulotlari intellektual kompetentlikni rivojlantirishda oddiy ko‘rsatmalar asosidagi amaliyotdan ko‘ra kengroq imkoniyatlarga ega.

Biggs va Tang tomonidan ishlab chiqilgan konstruktiv muvofiqlashtirish (constructive alignment) konsepsiyasi o‘quv maqsadi, o‘qitish faoliyati va baholash mezonlari o‘zaro muvofiqlashtirilishi kerakligini ta’kidlaydi [11, 52–63-b.]. Bu tamoyil signallarni qayta ishlash fanida, ayniqsa, dolzarbdir. Agar o‘quv maqsadi talabaning mustaqil model tanlashi va qarorni asoslashini ko‘zda tutsa, baholash faqat yakuniy sonli javobni tekshirish bilan cheklanmasligi lozim. Talabaning modelni nima sababdan tanlagani, qanday farazlarga tayangani, natijani qanday validatsiya qilgani va xatolikni qanday izohlagani ham baholash tarkibiga kiritilishi kerak. Shu jihatdan konstruktiv muvofiqlashtirish intellektual kompetentlik indikatorlarini o‘quv topshiriqlari va baholash mezonlari bilan bog‘lash uchun metodik asos yaratadi.

Zhang, Guan va Hu tomonidan o‘tkazilgan meta-tahlilda loyihaga asoslangan o‘qitishning hisoblash tafakkuri (computational thinking) rivojiga ta’siri 31 ta eksperimental va kvazieksperimental tadqiqot asosida umumlashtirilgan. Tadqiqotchilar loyiha faoliyati doirasida kreativlik, hamkorlik, tanqidiy fikrlash, algoritmik fikrlash va muammolarni hal qilish kabi faoliyatlarning rivojlanishi bilan bog‘liq ijobiy tendensiyalarni qayd etadilar [12, 14528–14534-b.]. Ushbu xulosalar signallarni qayta ishlash fanida algoritmni tayyor holda qo‘llashdan ko‘ra, muammoni hisoblash jarayoniga ajratish, ketma-ket amallarni rejalashtirish va natijani tekshirishga asoslangan topshiriqlarni ko‘paytirish zarurligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, hisoblash tafakkuri va intellektual kompetentlikni aynan bir xil tushunchalar sifatida qabul qilish to‘g‘ri emas: signallarni qayta ishlash kontekstida matematik talqin, tizimli fikrlash, muhandislik dalillashi va refleksiya ham alohida komponentlar sifatida namoyon bo‘ladi.

Wijnia va hammualliflarning muammoga asoslangan (problem-based), loyihaga asoslangan (project-based) va keysga asoslangan (case-based) ta’limga bag‘ishlangan meta-tahlilida ushbu yondashuvlarning motivatsiya bilan bog‘liq jihatlari umumlashtirilgan. Tadqiqotchilar faol o‘qitish shakllarining motivatsion samarasi ta’lim muhiti, topshiriqning tashkil etilishi va talabaga beriladigan mustaqillik darajasi kabi omillar bilan bog‘liqligini ko‘rsatadilar [13, 18–22-b.]. Bu jihat signallarni qayta ishlash kabi murakkab fanlarda muhimdir, chunki murakkab matematik apparatni faqat nazariy bayon qilish talabani o‘quv faoliyatidan uzoqlashtirishi mumkin, real muammoga yo‘naltirilgan vazifa esa nazariy bilimning amaliy zaruratini ko‘rsatadi.

Alqudah va Sababha tomonidan 2025-yilda chop etilgan tadqiqotda loyihaga asoslangan o‘qitish boshqaruv tizimlari (control systems), o‘rnatilgan tizimlar (embedded systems) va signallarni qayta ishlash (signal processing) integratsiyasi asosida ko‘rib chiqilgan. Mualliflar fanlararo loyiha talabaning bir nechta texnik komponentni yagona tizim doirasida ko‘rib chiqishiga sharoit yaratishini ko‘rsatadilar [14, 9–15-b.]. Bu yondashuv tizimli fikrlashni rivojlantirish nuqtayi nazaridan muhimdir, chunki talaba alohida algoritm yoki signalni emas, balki kirish, qayta ishlash, boshqarish va chiqish bosqichlaridan tashkil topgan yaxlit texnik tizimni tushuntirishga intiladi.

Kuntalp, Demir va Akayning tadqiqotida raqamli signallarni qayta ishlashni modulli loyiha yondashuvi asosida o‘qitish tajribasi tahlil qilingan. Mualliflar modullarga ajratilgan loyiha faoliyati murakkab texnik vazifani kichik, boshqariladigan bosqichlarga ajratish imkonini berishini ko‘rsatadilar [15, 199–204-b.]. Bu yondashuv intellektual kompetentlikning shakllanishida bosqichma-bosqich pedagogik qo‘llab-quvvatlash (scaffolding) mexanizmining ahamiyatini ko‘rsatadi: talaba dastlab alohida operatsiyalarni o‘zlashtiradi, keyinchalik ularni yagona algoritmik va tizimli jarayonga birlashtiradi. Ayniqsa, boshlang‘ich bosqichda signallarni qayta ishlashga oid murakkab loyihalarni bosqichma-bosqich tashkil etish kognitiv yuklamani boshqarish va mustaqil fikrlashni qo‘llab-quvvatlash imkonini beradi.

**TADQIQOT METODOLOGIYASI**

Tadqiqot nazariy-analitik xarakterga ega bo‘lib, empirik tajriba natijalarini taqdim etishni maqsad qilmaydi. Ishda integrativ adabiyotlar tahlili, qiyosiy tahlil, kontent-tahlil va pedagogik modellashtirish usullaridan foydalanildi. Tahlil uchun signallarni qayta ishlash (signal processing) va boshqaruv tizimlari (control systems) ta’limida loyiha, dizayn, faol va tajribaviy o‘qitishga bag‘ishlangan ishlar, muhandislik ta’limidagi loyihaga asoslangan ta’lim (project-based learning) bo‘yicha tizimli sharhlar va meta-tahliliy tadqiqotlar hamda yuqori darajadagi fikrlashni rivojlantirishga doir nazariy manbalar tanlandi [1–13].

Tahlilning konseptual mezonlari sifatida quyidagi savollar belgilandi:

1. O‘quv faoliyati talabaning qaysi intellektual amallarini faollashtiradi?
2. Nazariy bilimlarni yangi vaziyatga ko‘chirish uchun qanday didaktik shartlar zarur?
3. Model, algoritm va natijani asoslash jarayoni qanday tashkil etiladi?
4. Talabaning xatosi va fikrlash strategiyasi qanday aniqlanadi?
5. O‘qituvchi qayta aloqani qanday qilib keyingi intellektual harakatga aylantirishi mumkin?

Shu mezonlar asosida fan mazmuniga mos intellektual kompetentlikning operatsion tuzilmasi ishlab chiqildi. Mazkur maqolada intellektual kompetentlik qat’iy psixometrik konstrukt sifatida emas, balki pedagogik maqsad sifatida operatsionlashtiriladi. U analitik-mantiqiy fikrlash, tizimli fikrlash, algoritmik fikrlash, muammolarni hal qilish va ijodiy transfer, shuningdek, metakognitiv refleksiya komponentlarining o‘zaro bog‘langan majmui sifatida qabul qilindi. Bunday yondashuv Bloom taksonomiyasidagi yuqori darajali kognitiv faoliyatlar, tajribaviy o‘rganish sikli va konstruktiv muvofiqlashtirish tamoyillari bilan uyg‘unlashadi [9–11].

***1-jadval.*** *Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida intellektual kompetentlik komponentlari*

| Komponent | Mazmuni | Fandagi tipik faoliyat | Kuzatiladigan natija |
|---|---|---|---|
| Analitik-mantiqiy | Signal yoki tizim xususiyatlarini ajratish, bog‘lanishlarni dalillash | Signal tarkibini komponentlarga ajratish; spektr, xatolik va parametrlarni solishtirish | Xulosani dalil, formula, grafik yoki tajriba natijasi bilan asoslaydi |
| Tizimli | Elementlar va ularning o‘zaro ta’sirini yaxlit tizim sifatida ko‘rish | Blok-sxema tuzish; kirish-tizim-chiqish bog‘lanishini tahlil qilish | Mahalliy o‘zgarishning umumiy tizim xulqiga ta’sirini tushuntiradi |
| Algoritmik | Muammoni bosqichlarga ajratish va bajariladigan amallar ketma-ketligini qurish | Filtrlash, diskretlash, FFT, konvolyutsiya yoki identifikatsiya algoritmini rejalash | Algoritmni tanlaydi, bosqichlarni izohlaydi va murakkablik/cheklovni baholaydi |

**NATIJALAR.**Adabiyotlar va fan mazmunining qiyosiy tahlili natijasida intellektual kompetentlikni rivojlantirish uchun yettita asosiy pedagogik imkoniyat ajratildi: muammoli kontekst yaratish; loyiha va dizayn topshiriqlarini qo‘llash; ko‘p reprezentatsiyali tushuntirish; modellashtirish va simulyatsiya; real yoki yarim real ma’lumotlar bilan ishlash; hamkorlikdagi dalillash; formativ baholash va refleksiya. Ushbu imkoniyatlarning pedagogik qiymati shundaki, ular talabaning tayyor formuladan foydalanishini yakuniy maqsad deb qabul qilmaydi, balki formula yoki algoritmni nima uchun tanlagani, qanday sharoitlarda ishlashi va natijani qanday tekshirishini o‘quv faoliyatining markaziga olib chiqadi.

Birinchi imkoniyat — muammoli vaziyatlar orqali intellektual faoliyatni faollashtirish. Masalan, “signalni filtrlash” mavzusini faqat FIR va IIR formulalarini tushuntirish bilan cheklash o‘rniga, talabaga shovqinlangan sensor signali berilib, foydali komponentni saqlagan holda shovqinni kamaytirish vazifasi qo‘yiladi. Bunday topshiriq chastota tarkibini aniqlash, namuna olish chastotasini hisobga olish, filtr turini tanlash, kesish chastotasi (cutoff) qiymatini asoslash va natijani vaqt hamda chastota sohalarida tekshirishni talab qiladi. Bir topshiriq doirasida bir nechta intellektual amal integratsiyalanadi.

Ikkinchi imkoniyat — loyiha va dizayn faoliyatidir. Signallarni qayta ishlash ta’limiga oid amaliy tadqiqotlar loyiha topshiriqlari real muhandislik masalalari bilan nazariy tushunchalar orasidagi uzilishni kamaytirishini ko‘rsatadi [1–4]. Loyiha vazifasida talaba talablarni aniqlaydi, ma’lumotlarni oladi yoki yaratadi, matematik modelni tanlaydi, dasturiy prototip yaratadi, natijani sinaydi va himoya qiladi. Shu sababli loyiha mahsulotidan ko‘ra loyiha davomida qabul qilingan qarorlar va ularning asoslanishini baholash intellektual kompetentlik nuqtayi nazaridan muhimroqdir.

Uchinchi imkoniyat — ko‘p reprezentatsiyali o‘qitish. Tizim va signal bir vaqtning o‘zida formula, grafik, blok-sxema, jadval, spektr, dastur kodi yoki fizik qurilma orqali ifodalanishi mumkin. Talabaning bir reprezentatsiyadan ikkinchisiga ongli ravishda o‘tishi tushunchaning chuqur o‘zlashtirilganini ko‘rsatadi. Masalan, impuls javobi \(h[n]\), uzatish funksiyasi \(H(z)\), blok-sxema va filtrning dasturiy koddagi realizatsiyasi bir obyektning turli ko‘rinishlari sifatida o‘zaro bog‘langan holda o‘rganilganda, abstrakt tushuncha amaliy ma’noga ega bo‘ladi.

To‘rtinchi imkoniyat — kompyuterda modellashtirish va simulyatsiya. MATLAB/Simulink, Python (NumPy, SciPy, Matplotlib), GNU Octave yoki boshqa vositalarda parametrlarni tez o‘zgartirish talabaning “agar ... bo‘lsa, nima sodir bo‘ladi?” tipidagi gipotezalarini tekshirish imkonini beradi. Simulyatsiya faqat namoyish vositasi bo‘lib qolmasligi kerak; u oldindan taxmin qilish, tajriba o‘tkazish, kuzatilgan natijani izohlash va nazariy model bilan taqqoslash sikliga kiritilgandagina intellektual rivojlantiruvchi funksiyani bajaradi.

Beshinchi imkoniyat — real ma’lumotlar bilan ishlash. Audio, vibratsion, biometrik, IoT yoki aloqa signallari ideal darslik signallaridan farqli ravishda shovqin, dreyf, artefaktlar, cheklangan o‘lchov aniqligi va kontekstga xos muammolarni o‘z ichiga oladi. Real ma’lumotlar talabaning tayyor yechimni mexanik tarzda qo‘llashini qiyinlashtiradi va model cheklovlari, ma’lumotlarga dastlabki ishlov berish (preprocessing), validatsiya hamda xatolik manbalarini muhokama qilishga undaydi.




***1-rasm.*** *Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida intellektual kompetentlikni rivojlantirishning konseptual modeli (muallif ishlanmasi)*

Oltinchi va yettinchi imkoniyatlar - hamkorlikdagi dalillash hamda formativ baholash-refleksiya. Guruhdagi texnik

muhokama talabani o‘z fikrini tushuntirish va boshqa yechim bilan taqqoslashga undaydi; bu jarayon bilimning verbalizatsiyasi va metakognitiv nazoratni kuchaytiradi. Formativ baholashda esa faqat yakuniy javob emas, muammoni qanday tahlil qilgani, nima uchun muayyan modelni tanlagani, natijani qanday tekshirganiga doir dalillar baholanadi. Bu yondashuv intellektual kompetentlikni bevosita o‘quv jarayonida ko‘rinadigan holga keltiradi.

***2-jadval.*** *Pedagogik imkoniyatlar va ularning intellektual rivojlantiruvchi mexanizmi*

| Pedagogik imkoniyat | O‘qituvchi faoliyati | Talaba faoliyati | Rivojlantiriladigan intellektual amal |
|---|---|---|---|
| Muammoli vaziyat | Noaniq, bir nechta yechimli texnik masala beradi | Shartlarni ajratadi, yetishmayotgan ma’lumotni aniqlaydi | Muammoni strukturalash, tahlil |
| Loyiha va dizayn | Natija mezoni va cheklovlarni belgilaydi | Model, algoritm va prototip yaratadi | Sintez, qaror qabul qilish, transfer |
| Ko‘p reprezentatsiya | Formula-grafik-blok sxema-kod bog‘lanishini tashkil etadi | Bir ko‘rinishni boshqasiga o‘tkazadi va izohlaydi | Abstraksiyalash, konseptual integratsiya |
| Simulyatsiya | Parametrik tajriba va gipoteza savollarini beradi | Parametrni o‘zgartiradi, natijani bashorat va tekshiradi | Sabab-oqibat, gipoteza tekshirish |
| Real ma’lumot | Shovqinli va nomukammal signalni taqdim etadi | Tozalaydi, tahlil qiladi, model cheklovini baholaydi | Tanqidiy fikrlash, validatsiya |

**MUHOKAMA**

Taklif etilgan pedagogik model signallarni qayta ishlash fanining o‘ziga xos xususiyatiga — bir hodisani turli matematik va vizual reprezentatsiyalarda ko‘rish zaruratiga tayanadi. Bu fan uchun “bilish” va “qo‘llash” o‘rtasidagi farq, ayniqsa, yaqqol namoyon bo‘ladi: talaba Fourier o‘zgartirish formulasini yoddan bilishi mumkin, biroq qaysi vaziyatda spektral tahlil kerakligini anglamasa yoki spektrdagi komponentni fizik ma’noda talqin qila olmasa, uning bilimlari muhandislik qaroriga aylanmaydi. Shuning uchun intellektual kompetentlikni shakllantirishda topshiriqning kognitiv talabi formuladan ko‘ra muhimroqdir.

Aboutanios va hammualliflar signallarni qayta ishlash ta’limida tez-tez va xilma-xil loyihalash topshiriqlarini berish nazariy tushunchalarni amaliy muammolar bilan bog‘lash va talabaning mustaqilligini kuchaytirishga xizmat qilishini ko‘rsatgan [1]. DSP kursida loyihaga asoslangan ta’limdan (project-based learning) foydalangan boshqa tadqiqotlarda ham real signallarga tayangan vazifalar motivatsiya, mustaqil ta’lim olish va bilimlarni amaliy qo‘llashni kuchaytirishi qayd etiladi [2–4]. Muhandislik ta’limi bo‘yicha 2024-yilgi tahlillar loyihaga asoslangan ta’limning (PjBL) texnik va transversal kompetensiyalarni rivojlantirish imkoniyatini ko‘rsatsa-da, samaradorlik topshiriq dizayni, baholash va o‘qituvchining fasilitatorlik faoliyatiga bog‘liq ekanini ham ta’kidlaydi [5–7]. Demak, loyiha metodining o‘zi avtomatik ravishda intellektual kompetentlikni shakllantirmaydi; loyiha doirasida tahlil, dalillash, model tanlash, refleksiya va transfer uchun aniq didaktik talablar bo‘lishi zarur.

2024-yilda loyihaga asoslangan ta’limning hisoblash tafakkuriga (computational thinking) ta’sirini umumlashtirgan meta-tahlilda kreativlik, hamkorlik, tanqidiy fikrlash, algoritmik fikrlash va muammolarni hal qilish kabi komponentlarning rivojlanishi qayd etilgan [12]. Ushbu komponentlar signallarni qayta ishlash kursida taklif qilinayotgan intellektual kompetentlik tuzilmasiga mazmunan yaqin. Biroq bu o‘xshashlik intellektual kompetentlikni hisoblash tafakkuri bilan aynan tenglashtirishni anglatmaydi. Mazkur maqolada taklif etilgan konstrukt doirasida tizimli fikrlash, matematik modelni talqin qilish, muhandislik dalillashi va metakognitiv refleksiya ham alohida ahamiyat kasb etadi.

Modelni amaliyotga joriy etishda uchta xavf e’tiborga olinishi kerak. Birinchidan, ortiqcha murakkab loyiha boshlang‘ich bilimlari yetarli bo‘lmagan talabada kognitiv yuklamani oshirishi mumkin. Shu bois pedagogik qo‘llab-quvvatlash (scaffolding) va topshiriqlarni bosqichma-bosqich murakkablashtirish zarur. Ikkinchidan, guruh loyihasida individual intellektual hissa ko‘rinmay qolishi mumkin. Buning uchun individual izoh, qisqa og‘zaki himoya va reflektiv jurnal kabi vositalar kerak. Uchinchidan, dasturiy vosita natijani tez taqdim etgani sababli talaba kodni “qora quti” sifatida qabul qilishi mumkin. Shuning uchun dasturiy tajribadan oldin taxmin ilgari surish, tajribadan keyin esa matematik va fizik izoh berish talab qilinishi lozim.

Tadqiqotning cheklovi shundaki, taklif etilgan model nazariy sintezga asoslangan va uning samaradorligi ushbu maqolada empirik tajriba orqali tekshirilmagan. Keyingi tadqiqotlarda intellektual kompetentlik komponentlari uchun indikatorlar va rubrikalarni ishlab chiqish, eksperimental va nazorat guruhlarida dastlabki va yakuniy test (pre-test/post-test) dizaynidan foydalanish, shuningdek, o‘quv analitikasi yordamida talabalar qarorlarining dinamikasini kuzatish maqsadga muvofiq.

**XULOSA**

Tizimlar va signallarni qayta ishlash fani talabalarning intellektual kompetentligini rivojlantirish uchun keng pedagogik imkoniyatlarga ega, chunki uning mazmuni abstrakt matematik tushunchalar, algoritmik jarayonlar, vizual reprezentatsiyalar va real muhandislik obyektlarini birlashtiradi. Ushbu imkoniyatni ro‘yobga chiqarish uchun dars jarayoni formulalarni tushuntirish va tayyor algoritmlarni takrorlashdan muammo qo‘yish, model tanlash, simulyatsiya, talqin, dalillash va refleksiyaga yo‘naltirilishi kerak.

Tadqiqot natijasida intellektual kompetentlikning analitik-mantiqiy, tizimli, algoritmik, muammoli-ijodiy va metakognitiv komponentlari ajratildi hamda ularni rivojlantirishga xizmat qiluvchi yettita pedagogik imkoniyat tizimlashtirildi. Taklif etilgan o‘quv sikli diagnostika → muammo → modellashtirish → tajriba → talqin → refleksiya ketma-ketligiga asoslanadi va formativ qayta aloqa orqali takroriy rivojlanishni ko‘zda tutadi.

Amaliy jihatdan mazkur yondashuv laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlarni qayta loyihalash, loyiha topshiriqlarini kognitiv mezonlar bilan boyitish, baholashda natijadan tashqari fikrlash jarayonini ham hisobga olish hamda raqamli simulyatsiyani refleksiya bilan bog‘lash uchun metodik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Aboutanios E., Sethu V., Ambikairajah E., Taubman D. S., Epps J. Teaching Signal Processing Through Frequent and Diverse Design: A Pedagogical Approach // IEEE Signal Processing Magazine. – 2021. – Vol. 38, № 3. – P. 133–143. – DOI: https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3057855.

2. Alqudah Y., Qaralleh E., Mace M. Enhancing the Teaching of Digital Signal Processing Through Project-Based Learning // International Journal of Online and Biomedical Engineering. – 2013. – Vol. 9, № 2. – P. 21–26. – DOI: https://doi.org/10.3991/ijoe.v9i2.2489.

3. Deshpande A. M. Project Based Learning Approach in Digital Signal Processing Course for Increasing Learners’ Cognitive and Behavioral Engagement to Promote Self-Learning // Journal of Engineering Education Transformations. – 2022.

4. Iriondo I., Montero J. A., Sevillano X., Socoró J. C. Developing a Videogame for Learning Signal Processing and Project Management Using Project-Oriented Learning in ICT Engineering Degrees // Computers in Human Behavior. – 2019. – Vol. 99. – P. 381–395. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.019.

5. Ramírez de Dampierre M., Gaya-López M. C., Lara-Bercial P. J. Evaluation of the Implementation of Project-Based-Learning in Engineering Programs: A Review of the Literature // Education Sciences. – 2024. – Vol. 14, № 10. – Art. 1107. – DOI: https://doi.org/10.3390/educsci14101107.

6. Project-Based Learning (PBL) as an Experiential Pedagogical Methodology in Engineering Education: A Review of the Literature // Education Sciences. – 2024. – Vol. 14, № 6. – Art. 617. – DOI: https://doi.org/10.3390/educsci14060617.

7. Hidayat H., Anwar M., Harmanto D., Dewi F. K., Orji C. T., Mohd Isa M. R. Two Decades of Project-Based Learning in Engineering Education: A 21-Year Meta-Analysis // TEM Journal. – 2024. – Vol. 13, № 4. – P. 3514–3525. – DOI: https://doi.org/10.18421/TEM134-84.

8. Xie Z., Zhu Z., Wang Y., Bai Y., Zhang R. Innovative Practice of Sustainable Digital Signal Processing Education // PLOS ONE. – 2026. – Vol. 21, № 1. – Art. e0340806. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0340806.

9. Anderson L. W., Krathwohl D. R. (eds.). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives. – New York: Longman, 2001.

10. Kolb D. A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.

11. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. – 4th ed. – Maidenhead: Open University Press, 2011.

12. Zhang W., Guan Y., Hu Z. The Efficacy of Project-Based Learning in Enhancing Computational Thinking Among Students: A Meta-Analysis of 31 Experiments and Quasi-Experiments // Education and Information Technologies. – 2024. – Vol. 29. – P. 14513–14545. – DOI: https://doi.org/10.1007/s10639-023-12392-2.

13. Wijnia L., Noordzij G., Arends L. R., Rikers R. M. J. P. The Effects of Problem-Based, Project-Based, and Case-Based Learning on Students’ Motivation: A Meta-Analysis // Educational Psychology Review. – 2024. – Vol. 36. – Art. 29. – DOI: https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3.

14. Alqudah Y. A., Sababha B. H. Project-Based Learning to Enhance the Teaching of Control Systems: Integrating Embedded Systems and Signal Processing // International Journal of Online and Biomedical Engineering. – 2025. – Vol. 21, № 12. – P. 4–20. – DOI: https://doi.org/10.3991/ijoe.v21i12.57673.

15. Kuntalp D. G., Demir G. K., Akay O. Teaching Digital Signal Processing Through Modular-Based Project Oriented Learning in Electrical Engineering // International Journal of Teaching and Case Studies. – 2011. – Vol. 3, № 2/3/4. – P. 196–208. – DOI: https://doi.org/10.1504/IJTCS.2011.039558.