



## TIZIMLAR VA SIGNALLARNI QAYTA ISHLASH FANINI KOMPETENSIYAVIY YONDASHUV ASOSIDA O'QITISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

**Abbosjon To'ychiboyev Erali o'g'li,**

Tashkent perfect university

Raqamli texnologiyalari kafedrasini o'qituvchisi.

0009-0006-2323-1698

E-mail: [abbosjontoychiboyev@gmail.com](mailto:abbosjontoychiboyev@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.54613/ku.v19iA.1821>

### MAQOLA HAQIDA/ О СТАТЬЕ

**Qabul qilindi:** 17-avgust 2026-yil

**Tasdiqlandi:** 19-avgust 2026-yil

**Jurnal soni:** 19-A

**Maqola raqami:** 53

### KALIT SO'ZLAR/ КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

tizimlar va signallarni qayta ishlash, kompetensiyaviy yondashuv, o'qitish metodikasi, muhandislik kompetensiyasi, autentik topshiriq, konstruktiv moslashtirish, formativ baholash, simulyatsiya, loyiha asosida o'qitish, refleksiya

### ANNOTATSIYA/ АННОТАЦИЯ

Maqolada tizimlar va signallarni qayta ishlash fanini kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish metodikasini takomillashtirishning nazariy-metodik asoslari yoritilgan. Kompetensiyaviy yondashuv fan mazmunini o'zlashtirishni tayyor formulalar va algoritmlarni eslab qolish bilan emas, balki talabning real yoki kasbiy ahamiyatli vaziyatda bilim, ko'nikma, fikrlash strategiyasi va muhandislik vositalarini integrallashgan holda qo'llay olishi bilan baholashni nazarda tutadi. Tadqiqotda integrativ adabiyotlar tahlili, qiyosiy tahlil, kontent tahlili, konstruktiv moslashtirish va pedagogik modellashtirish usullaridan foydalanildi. Natijada fan uchun konseptual-analitik, modellashtirish, algoritmik-instrumental, eksperimental-ma'lumotlar bilan ishlash, muammoli-dizayn hamda kommunikativ-refleksiv kompetensiyalar tizimi taklif etildi. O'qitish metodikasini takomillashtirish maqsad-kompetensiya-topshiriq-dalil-baholash-qayta aloqa zanjiri asosida ishlab chiqildi. Mavzularni autentik topshiriqlarga aylantirish, simulyatsiya va laboratoriya ishlarini qaror qabul qilish bilan bog'lash, loyiha va muammoli o'qitish elementlarini qo'llash, rubrika asosida mezonli baholash hamda refleksiv qayta aloqadan foydalanish asoslandi. Taklif etilgan model tizimlar va signallarni qayta ishlash kursida nazariya va amaliyot integratsiyasini kuchaytirish, talabning mustaqil muhandislik fikrlashi va kompetensiyalarini kuzatiladigan dalillar asosida baholash imkonini beradi.

### ABOUT THE PAPER

**Accepted:** 17 August 2026

**Approved:** 19 August 2026

**Volume:** 19-A

**Paper number:** 53

### KEYWORDS

systems and signal processing, competency-based approach, teaching methodology, engineering competence, authentic task, constructive alignment, formative assessment, simulation, project-based learning, reflection

### ANNOTATION

The article presents theoretical and methodological foundations for improving the teaching of Systems and Signal Processing through a competency-based approach. Competency-based instruction is interpreted as an educational design in which achievement is determined not merely by the amount of acquired knowledge, but by students' ability to integrate knowledge, skills, reasoning strategies, and engineering tools in professionally meaningful situations. The study employs integrative literature review, comparative analysis, content analysis, constructive alignment, and pedagogical modeling. A competency structure is proposed that includes conceptual-analytical, modeling, algorithmic-instrumental, experimental and data-analysis, problem-design, and communicative-reflective competencies. The improved methodology is organized through the sequence objective-competency-authentic task-observable evidence-criterion-based assessment-feedback. The paper substantiates the use of authentic problems, simulation, laboratory experimentation, project and problem-based learning, rubric-based assessment, and reflective feedback. The proposed model is intended to strengthen the integration of theory and engineering practice and to make students' competency development observable and assessable through performance evidence.

### Kirish

Raqamli ishlab chiqarish, telekommunikatsiya, sun'iy intellekt, robototexnika, IoT va kiberfizik tizimlarning rivojlanishi texnika yo'nalishidagi bitiruvchidan nazariy bilim bilan bir qatorda murakkab muammoni tahlil qilish, model qurish, hisoblash vositasini tanlash, tajriba o'tkazish, ma'lumotni talqin qilish va muhandislik qarorini asoslashni talab etmoqda. Zamonaviy muhandislik ta'limida shu sababli "nimani biladi?" savoli "bilganini qaysi vaziyatda, qanday sifatda va qanday dalil bilan qo'llay oladi?" savoli bilan to'ldirilmoqda. Kompetensiyaviy yondashuv aynan

ana shu o'zgarishni didaktik jihatdan tashkil etishga xizmat qiladi.

ABETning 2025-2026-yillar uchun muhandislik dasturlarini akkreditatsiyalash mezonlarida murakkab muhandislik muammolarini aniqlash va yechish, tajriba o'tkazish va ma'lumotlarni tahlil qilish, muhandislik dizaynini amalga oshirish, jamoada ishlash hamda yangi bilimlarni mustaqil egallash kabi natijalar markaziy o'rin egallaydi [1]. Kompetensiyaga asoslangan muhandislik ta'limi bo'yicha sharhlar ham ta'lim natijalarini kuzatiladigan faoliyat ko'rsatkichlari orqali ifodalash, talaba

markazli ta'lim, autentik vazifalar va performance-based assessmentning ahamiyatini qayd etadi [2-4].

Tizimlar va signallarni qayta ishlash fani kompetensiyaviy yondashuv uchun qulay, biroq metodik jihatdan murakkab fanlardan biridir. Talaba vaqt sohasi, chastota sohasi, Laplas yoki Z-soha kabi abstrakt tasvirlar orasida o'tadi; signalning fizik xususiyatini matematik ifoda bilan bog'laydi; tizim modelini tanlaydi; algoritmnini dasturiy vositada amalga oshiradi; eksperimental natijani nazariy kutilma bilan taqqoslaydi. Shuning uchun fan bo'yicha yuqori natija faqat formulani to'g'ri qo'llash bilan cheklanmaydi. Masalan, Fourier transformini hisoblay olgan talaba spektr qachon zarur ekanini tushuntira olmasa, filtr parametrini muhandislik talabi bilan bog'lay olmasa yoki spektrdagi artefaktning talqini eta olmasa, bilim hali kompetensiyaga aylangan deb bo'lmaydi. Signal processing ta'limiga oid tadqiqotlarda dizayn va loyiha faoliyati nazariy bilimni real muammolar bilan bog'lash, talaba avtonomiyasi va muammolarni yechish qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qilishi ko'rsatilgan [5, 6]. DSP kurslarida outcome-based education, flipped classroom va project-based learningdan foydalanish ham kurs natijalarini o'quv faoliyati hamda baholash bilan muvofiqlashtirishning amaliy yo'llarini ko'rsatadi [7-9]. 2026-yildagi yangi tadqiqotlarda esa Signals and Systems fanida vizual muhit va yo'naltirilgan savol-javobni natijaga asoslangan arxitektura bilan integratsiyalash konseptual o'zlashtirishni qo'llab-quvvatlashi mumkinligi qayd etilgan [10].

Biroq amaliyotda kompetensiyaviy yondashuv ko'pincha faqat sillabusdagi "kurs natijalari" ro'yxatini tuzish yoki nazorat savollarini Bloom taksonomiyasi fe'llari bilan ifodalash darajasida qolib ketadi. Metodika esa mazkur natijalarni real dars, laboratoriya, loyiha, mustaqil ish va baholash dalillari bilan bir tizimga keltirishi lozim. Shu bois tadqiqotning maqsadi tizimlar va signallarni qayta ishlash fanini kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish metodikasini takomillashtirish, kompetensiyalarni fan mazmuni va autentik topshiriqlar bilan moslashtirish hamda ularni kuzatiladigan dalillar orqali baholash modelini ishlab chiqishdan iborat.

#### Adabiyotlar tahlili

Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanini kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish masalasi zamonaviy muhandislik ta'limida yuz berayotgan metodik o'zgarishlar bilan bevosita bog'liq. Raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, telekommunikatsiya, robototexnika va kiberfizik tizimlarning jadal rivojlanishi muhandislik ta'limidan faqat nazariy bilimlarni o'zlashtirishni emas, balki olingan bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo'llash, muammoli holatlarni tahlil qilish, matematik model yaratish, tegishli algoritmlar va vositalarni tanlash hamda qabul qilingan qarorni asoslash kabi ko'nikmalarni shakllantirishni ham talab qilmoqda. Shu jihatdan kompetensiyaviy yondashuvni texnik fanlarni o'qitishga tatbiq etish masalasi so'nggi yillarda muhandislik pedagogikasining muhim yo'nalishlaridan biriga aylandi. Mazkur yondashuvning nazariy asoslarini o'rgangan tadqiqotchilar kompetensiyani bilimning oddiy yig'indisi sifatida emas, balki bilim, ko'nikma, fikrlash usullari va ularni muayyan kasbiy vaziyatda qo'llash qobiliyatining birligi sifatida talqin qiladilar [2, 607-612].

Kompetensiyaviy ta'limga bag'ishlangan muhim tadqiqotlardan biri M. Henri, M. D. Johnson va B. Nepal tomonidan amalga oshirilgan. Mualliflar muhandislik oliy ta'limida kompetensiyaga asoslangan o'qitishning shakllanishi va rivojlanishini umumlashtirib, uning asosiy xususiyatlarini natijaga yo'naltirilganlik, talabaning faol ishtiroki va o'zlashtirilgan bilim hamda ko'nikmalarni amaliy faoliyatda namoyon etish bilan bog'laydi. Tadqiqotchilarning fikricha, kompetensiyaga asoslangan ta'limda talabaning faqat nimani bilishi emas, balki o'zlashtirgan bilimdan qanday foydalanishi va uni real vazifalarni bajarish jarayonida qay darajada namoyon eta olishi muhim hisoblanadi [2, 613-618]. Bu qarash tizimlar va

signallarni qayta ishlash fanining mazmuni bilan ayniqsa uyg'unlashadi. Chunki mazkur fan doirasida formulani yod bilishning o'zi yetarli bo'lmay, signalning xususiyatini aniqlash, mos matematik modelni tanlash, algoritmnini ishlab chiqish, dasturiy vosita yordamida uni tekshirish va olingan natijani izohlash talab etiladi.

M. F. Wyne, L. Zhang va A. Farahani tomonidan kompetensiyaga asoslangan ta'lim bo'yicha olib borilgan sharhda ham mazkur yondashuvning ta'lim natijalarini aniq belgilash va ularni baholash jarayoni bilan uzviy bog'lash zarurligi ta'kidlanadi. Mualliflar kompetensiyaviy ta'limda o'quv maqsadlari bilan talabaning amaliy faoliyati o'rtasidagi uzviylikni ta'minlash masalasiga e'tibor qaratadilar [3, 127-130]. Bu fikr tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida o'quv topshiriqlarini shakllantirish uchun metodik asos bo'la oladi. Xususan, "Fourier transformini bilish", "filtrlash usullarini bilish" yoki "Z-transform formulasini qo'llash" kabi umumiy natijalar o'rniga talabaning real signal bilan ishlash jarayonida mazkur vositalarni tanlay olishi, ulardan foydalanishi va olingan natijani texnik jihatdan izohlashi kabi faoliyat natijalarini belgilash maqsadga muvofiqdir.

C. Pacher va hammualliflarning "Engineering Education 5.0" yo'nalishidagi sistematik sharhida zamonaviy muhandislik ta'limida texnik kompetensiyalar bilan bir qatorda muammoni hal qilish, tizimli fikrlash, raqamli vositalardan foydalanish va boshqa transversal kompetensiyalarni rivojlantirish zarurligi asoslangan [4, 2337224]. Mazkur yondashuv tizimlar va signallarni qayta ishlash fanining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olish imkonini beradi. Chunki signalni qayta ishlash jarayonida talaba ko'pincha bitta tayyor algoritmdan foydalanmaydi; aksincha, muammoning shartidan kelib chiqib, ma'lumotni qanday olish, qaysi matematik modeldan foydalanish, qaysi algoritmnini tanlash va natijani qanday tekshirish masalalarini mustaqil hal qiladi. Demak, ushbu fan doirasidagi kompetensiya bir nechta faoliyat turining integratsiyasi sifatida namoyon bo'ladi.

Signal processing ta'limining metodik xususiyatlarini o'rgangan E. Aboutanios, V. Sethu, E. Ambikairajah, D. S. Taubman va J. Epps tadqiqotlarida loyihaviy va dizayn faoliyatidan foydalanishga alohida e'tibor qaratilgan. Mualliflar signal processingni o'qitishda nazariy tushunchalarni amaliy muammolar bilan muntazam bog'lash talabalarning bilimlarni qo'llash qobiliyatini rivojlantirishini ko'rsatadilar. Ularning yondashuvida dizayn topshiriqlari faqat kurs yakunidagi yirik loyiha sifatida emas, balki o'quv jarayonining turli bosqichlarida muntazam qo'llanadigan faoliyat shakli sifatida qaraladi [5, 133-136].

Mazkur fikr tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida autentik topshiriqlardan foydalanish zarurligini asoslashga xizmat qiladi. Masalan, talabaga shunchaki Fourier transformini hisoblash topshirig'ini berish bilan birga, real audio yozuvdagi shovqinning chastota komponentlarini aniqlash, sensor signalidagi keraksiz o'zgarishlarni ajratish yoki vibratsiya signalidan dominant chastotalarni topish kabi vazifalarni berish mumkin. Bunday topshiriqlarda talaba tayyor formulani qo'llash bilangina cheklanmaydi. U avval muammoni angelaydi, ma'lumot xususiyatlarini aniqlaydi, tegishli usulni tanlaydi, natijani oladi va uning muhandislik mazmunini izohlaydi. Shu sababli Aboutanios va hammualliflarning dizayn faoliyatiga asoslangan yondashuvi kompetensiyaviy ta'limning "bilim – faoliyat – dalil" bog'lanishini ta'minlash nuqtayi nazaridan muhim metodik manba hisoblanadi [5, 136-141].

A. M. Deshpande tomonidan Digital Signal Processing kursida loyiha asosida o'qitishning qo'llanishiga bag'ishlangan tadqiqot ham mazkur yo'nalishni davom ettiradi. Tadqiqotda loyiha asosida o'qitish faol pedagogik yondashuv sifatida ko'rib, uning real hayotga yaqin murakkab muhandislik muammolarini hal qilish, hamkorlikda ishlash va mustaqil o'rganish ko'nikmalarini rivojlantirish imkoniyatlari ko'rsatiladi [6, 66-69]. Muallifning yondashuvida loyiha nafaqat yakuniy baholash vositasi,

balki talabani o'z bilimni amaliy vaziyatga ko'chirishiga xizmat qiluvchi o'quv mexanizmi sifatida talqin qilinadi.

Bu jihat tizimlar va signallarni qayta ishlash fanining mazmuni uchun alohida ahamiyatga ega. Chunki signal processing masalalarining ko'pchiligi bir nechta ketma-ket qarorlarni talab qiladi: signalni aniqlash, uning parametrlarini baholash, matematik modelni tanlash, qayta ishlash algoritmini belgilash, dasturiy muhitda amalga oshirish va natijani tekshirish. Loyiha faoliyati ana shu jarayonlarning yaxlitligini ta'minlaydi. Shu bilan birga, talaba tayyor algoritmi takrorlovchi ijrochi emas, balki muammoning yechimini ishlab chiqadigan faol subyekt sifatida ishtirok etadi.

S. N. Ohatkar va A. M. Deshpande tadqiqotlarida esa outcome-based education (OBE) yondashuvining Digital Communication va Digital Signal Processing fanlarini o'qitishdagi imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Mualliflar ta'lim natijalarini kurs maqsadlari va dastur natijalari bilan muvofiqlashtirish, talabani faol ishtirokini kuchaytirish hamda baholashni belgilangan natijalar bilan bog'lash zarurligini ta'kidlaydilar [7, 38–40].

OBE yondashuvi nuqtayi nazaridan qaralganda, o'qitish jarayonida "nimani o'qitish kerak?" degan savol bilan bir qatorda "talaba kurs oxirida nimalarni bajara olishi kerak?" degan savol ham markazga chiqadi. Bu esa tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida mavzularni kompetensiyalar bilan bevosita bog'lash imkonini beradi. Masalan, diskretlash va aliasing mavzusi konseptual-analitik kompetensiyani, konvolyutsiya va LTI tizimlari modelashtirish kompetensiyasini, Fourier tahlili eksperimental-ma'lumotlar bilan ishlash kompetensiyasini, FIR/IIR filtrlar esa muammoli-dizayn kompetensiyasini shakllantirishga yo'naltirilishi mumkin. Bunday bog'lanish o'quv mazmunining ichki mantiqini saqlagan holda uni kasbiy faoliyat bilan yaqinlashtiradi.

H. Hao, J. Li, L. Hao va Y. Chen tomonidan Digital Signal Processing kursini OBE konsepsiyasi asosida isloh qilishga bag'ishlangan ishda ham ta'lim mazmunini kutilayotgan natijalar bilan muvofiqlashtirish masalasi ilgari surilgan [8]. Mazkur yondashuvda kurs mazmuni, o'qitish faoliyati va baholash o'rtasidagi aloqaning izchil tashkil etilishi muhim hisoblanadi. Shu nuqtayi nazardan, tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida alohida mavzularni mustaqil bilim birliklari sifatida emas, balki muayyan kasbiy kompetensiyani shakllantiruvchi bosqichlar sifatida tashkil etish metodik jihatdan asosli ko'rinadi.

R. Pertuz va hammualliflarining muhandislik fanlarida flipped classroom modeliga bag'ishlangan tadqiqoti ham faol va talaba markazli o'qitishning imkoniyatlarini ko'rsatadi. Mazkur modelda nazariy material bilan dastlabki tanishish auditoriyadan tashqarida tashkil etilib, auditoriya vaqti muammoli vazifalar, amaliy faoliyat va o'zaro hamkorlikka yo'naltiriladi [9, 468–474]. Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida ushbu modeldan foydalanish ma'ruza vaqtini faqat formulalar va nazariy tushunchalarni bayon qilishga emas, balki signal grafiklarini talqin qilish, modelashtirish, simulyatsiya, kodni tahlil qilish va muhandislik qarorlarini asoslashga sarflash imkonini beradi.

Kompetensiyaviy yondashuvning yana bir muhim jhati tajribaviy o'rganish bilan bog'liq. D. A. Kolb tajribaviy ta'limni tajriba, uni kuzatish va tahlil qilish, umumlashtirish hamda keyingi faoliyatda qo'llashning uzviy jarayoni sifatida talqin qiladi [14, 20–25]. Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida bu modelni "taxmin – simulyatsiya yoki tajriba – kuzatuv – izohlash – qayta qo'llash" ketma-ketligida amalga oshirish mumkin. Masalan, talaba filtri parametrlarining signalga

ta'sirini avval nazariy jihatdan taxmin qiladi, keyin dasturiy simulyatsiya orqali tekshiradi, olingan grafikni nazariy kutilma bilan taqqoslaydi va farq sabablarini izohlaydi. Shu tariqa matematik bilim bevosita faoliyat va tajriba bilan bog'lanadi.

L. W. Anderson va D. R. Krathwohl tomonidan takomillashtirilgan Bloom taksonomiyasi ham kompetensiyaga yo'naltirilgan topshiriqlarni loyihalashda muhim nazariy asoslardan biridir. Unda o'quv faoliyati eslab qolish va tushunishdan tortib qo'llash, tahlil qilish, baholash va yaratishgacha bo'lgan murakkablik darajalari asosida ko'rib chiqiladi [13, 67–70]. Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida ushbu bosqichlarni amaliy topshiriqlar orqali izchil tashkil etish mumkin. Masalan, signalning ta'rif va xususiyatlarini eslab qolish dastlabki darajani tashkil etsa, konkret signal uchun filtr turini tanlash qo'llash va tahlil qilishni, ikki xil filtr yechimini texnik ko'rsatkichlar asosida taqqoslash baholashni, muayyan cheklovlar asosida yangi qayta ishlash yechimini ishlab chiqish esa yaratish darajasini ifodalaydi.

Umuman olganda, mavjud adabiyotlar tahlili uchta muhim metodik yo'nalishni ajratib ko'rsatish imkonini beradi. Birinchi yo'nalish kompetensiyani ta'lim natijasi sifatida aniq ifodalash va uni kuzatiladigan faoliyat bilan bog'lashga qaratilgan. Ikkinchi yo'nalish signal processing fanining o'ziga xos mazmunidan kelib chiqib, loyiha, dizayn, muammoli vazifa, simulyatsiya va tajribaviy faoliyatdan foydalanishni nazarda tutadi. Uchinchi yo'nalish esa ta'lim natijalari, o'quv topshiriqlari va baholash mezonlari o'rtasidagi konstruktiv moslikni ta'minlashga asoslanadi. Mazkur yo'nalishlarning umumiy jihati shundaki, talabani o'zlashtirgan bilimni amaliy faoliyatda namoyon etishi kompetensiyaning asosiy belgisi sifatida qaraladi.

Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarda kompetensiyaviy ta'limning umumiy tamoyillari, OBE, loyiha va dizayn asosida o'qitish alohida-alohida yoritilgan bo'lsa-da, tizimlar va signallarni qayta ishlash fanida kompetensiya – autentik topshiriq – faoliyat dalili – mezonli baholash – qayta aloqa zanjirini yaxlit metodik tizim sifatida tashkil etish masalasi yanada aniqroq ishlab chiqishni talab qiladi. Ayniqsa, signalni turli reprezentatsiyalarda ko'ra olish, matematik modelni tanlash, algoritmi dasturiy vositada amalga oshirish, tajriba natijasini talqin qilish va texnik qarorni himoya qilish kabi faoliyatlarni yagona kompetensiyalar tizimiga birlashtirish muhimdir. Shu jihatdan mazkur fan uchun konseptual-analitik, modelashtirish, algoritmik-instrumental, eksperimental-ma'lumotlar bilan ishlash, muammoli-dizayn va kommunikativ-refleksiv kompetensiyalarni ajratish mavjud ilmiy-metodik qarashlarning mantiqiy davomi sifatida namoyon bo'ladi. Bunda baholash faqat yakuniy test bilan chegaralanmay, kod, grafik, matematik model, laboratoriya jurnali, loyiha mahsuloti, og'zaki himoya va reflektiv izoh kabi faoliyat dalillarini ham qamrab olishi lozim.

### **Tadqiqot metodologiyasi**

Tadqiqot nazariy-metodik xarakterga ega bo'lib, ushbu maqolada eksperimental guruhlar bo'yicha empirik samaradorlik ko'rsatkichlari taqdim etilmaydi. Metodologik asos sifatida kompetensiyaviy ta'lim, outcome-based education, konstruktiv moslashtirish, faol va tajribaviy o'rganish hamda autentik baholash g'oyalari qabul qilindi. Tadqiqot jarayonida 2017–2026-yillarda kompetensiyaga asoslangan muhandislik ta'limi va zamonaviy signal processing pedagogikasiga oid ilmiy manbalar, shuningdek ta'lim natijalarini loyihalash bo'yicha fundamental yondashuvlar integrativ tahlil qilindi [2–14].

Fan doirasida shakllantiriladigan asosiy kompetensiyalar va kuzatiladigan dalillar

| Kompetensiya                               | Mazmuni                                                               | Baholash dalili                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Konseptual-analitik                        | Signal va tizim xossalari sabab-oqibat aloqalari asosida tushuntirish | Izohli yechim, concept map, qisqa og'zaki himoya        |
| Modellashtirish                            | Real jarayonni matematik, blok yoki algoritmik modelga o'tkazish      | Model sxemasi, matematik asoslash, parametrlar jadvali  |
| Algoritmik-instrumental                    | Qayta ishlash usulini tanlash va dasturiy amalga oshirish             | Kod, test natijalari, reproducible notebook             |
| Eksperimental va ma'lumotlar bilan ishlash | O'lchash, simulyatsiya va ma'lumot tahlilini tashkil etish            | Laboratoriya jurnali, grafik, spektr, validatsiya izohi |
| Muammoli-dizayn                            | Cheklovlar mavjud vaziyatda muqobil yechimlarni solishtirish          | Dizayn qarori, loyiha prototipi, trade-off tahlili      |
| Kommunikativ-refleksiv                     | Texnik qarorni himoya qilish va o'z faoliyatini tahlil etish          | Og'zaki himoya, peer review, reflektiv hisobot          |

Metodik modelni ishlab chiqish to'rt bosqichda amalga oshirildi. Birinchi bosqichda fan bo'yicha kasbiy va kognitiv faoliyatlar tahlil qilinib, kompetensiyalar operatsion shaklda ifodalandi. Ikkinchi bosqichda asosiy mavzular har bir kompetensiyaga bog'landi va "mavzu - autentik faoliyat - natija dalili" matritsasi tuzildi. Uchinchi bosqichda muammoli vazifa, guided inquiry, simulyatsiya, laboratoriya, loyiha va hamkorlikdagi tahlilning qaysi bosqichda qanday funksiyani bajarishi belgilandi. To'rtinchi bosqichda kompetensiyani baholash uchun mahsulotni emas, faoliyatning sifatini ham aks ettiruvchi rubrikalar ishlab chiqildi.

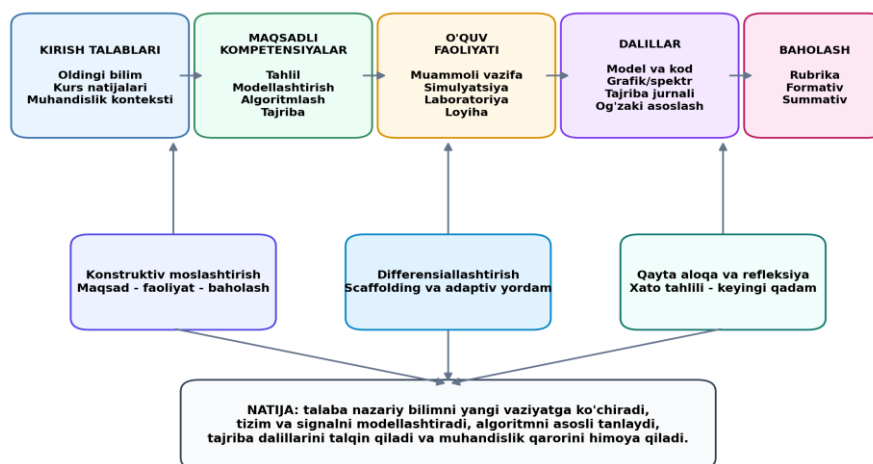
Kompetensiyani operatsionlashtirishda uchta talab qo'yildi: natija kuzatiladigan bo'lishi, real yoki kasbiy kontekstga ko'chirilishi va baholash mezonini bilan bog'lanishi. Masalan, "Fourier transformini biladi" ifodasi kompetensiyaviy natija sifatida yetarli emas. Uning o'rniga "real signalning vaqt va chastota tasvirlarini quradi, asosiy spektr komponentlarini ajratadi va kuzatilgan xususiyatlarni signalning fizik mazmuni bilan izohlaydi" kabi faoliyatga yo'naltirilgan natija qabul qilinadi.

#### Natijalar

Tahlil asosida tizimlar va signallarni qayta ishlash fanini kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish metodikasining takomillashtirilgan modeli ishlab chiqildi. Modelning asosiy farqi shundaki, unda darsning boshlang'ich birligi "mavzuni tushuntirish" emas, balki

egallanishi kerak bo'lgan kompetensiya va uni ko'rsatuvchi faoliyat dalilidir. Shundan keyingina mazmun, metod, raqamli vosita va baholash turi tanlanadi. Natijada o'quv jarayoni maqsad-kompetensiya-faoliyat-dalil-baholash-qayta aloqa zanjiri sifatida quriladi. Birinchi komponent - aniq va o'lchanadigan kompetensiya natijalarini belgilash. Har bir natija uch elementni o'z ichiga oladi: bajariladigan amal, amal bajariladigan kontekst va sifat mezonini. Masalan, "diskret filtrlashni tushunadi" o'rniga "berilgan spektral talablar asosida FIR yoki IIR filtr turini tanlaydi, parametrlarni hisoblaydi, dasturiy sinov o'tkazadi va tanlovini o'tish sohasi, faza xususiyati hamda hisoblash xarajati bilan asoslaydi" kabi natija metodik jihatdan samaraliroqdir. Bunday ifoda bir vaqtning o'zida topshiriqning tuzilishi va baholash mezonini ham belgilaydi. Ikkinchi komponent - autentik topshiriqlar. Kompetensiya tayyor algoritm nomini takrorlashda emas, noma'lum yoki qisman noma'lum vaziyatda namoyon bo'ladi. Shuning uchun laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarda "FFTni hisoblang", "filtr chizing" kabi yopiq topshiriqlar bilan bir qatorda kontekstli vazifalar berilishi kerak. Masalan, audio yozuvdagi 50 Hz xalaqitni kamaytirish, sensor ma'lumotidagi driftni ajratish, vibratsiya signalidan dominant chastotalarni topish yoki uzatish kanalidagi shovqin ta'sirini baholash. Bunday vazifa talabani usul tanlash, parametrlarni asoslash va natijani validatsiya qilishga majbur qiladi.

Kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish metodikasining takomillashtirilgan modeli



1-rasm. Kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish metodikasining takomillashtirilgan modeli (muallif ishlanmasi)

Uchinchi komponent - ko'p reprezentatsiyali va tajribaviy o'qitish. Signal yoki tizim formulada, vaqt grafigida, spektrda, blok-sxemada, kodda va fizik obyekt holatida ko'rinishi mumkin. Kompetent faoliyat bir tasvirni boshqasiga bog'lay olishni talab etadi. Shu bois nazariy tushuntirishdan keyin darhol parametrik simulyatsiya, vizual taqqoslash va qisqa "prediction-observation-explanation" topshiriqlari kiritilishi maqsadga muvofiq. Talaba avval natijani taxmin qiladi, so'ng simulyatsiya yoki tajriba orqali tekshiradi va tafovut sababini izohlaydi.

To'rtinchi komponent - o'qitish va baholashning konstruktiv moslashtirilishi. Agar kurs natijasi 'modelni asosli tanlash' bo'lsa, imtihonda faqat formulani eslashni tekshirish yetarli emas; talaba muqobil modellar orasidan

tanlov qilishi va dalil keltirishi kerak. Agar natija "tajriba ma'lumotini talqin qilish" bo'lsa, laboratoriya hisoboti grafiklar to'plamidan emas, gipoteza, kuzatuv, xatolik manbasi va xulosadan iborat bo'lishi kerak. Bu moslik kompetensiyaviy yondashuvning metodik yadrosini tashkil etadi. Beshinchi komponent - bosqichma-bosqich mustaqillik. Dastlab o'qituvchi worked example, checklist yoki starter code ko'rinishida scaffolding beradi. Keyingi bosqichlarda yordam qisqartiriladi: parametrlarni talaba tanlaydi, so'ng model va algoritmlarni o'zi belgilaydi, yakunda esa loyiha talablarini tahlil qilib mustaqil yechim taklif etadi. Shu tariqa topshiriqlar murakkabligi faqat matematik hisob hajmi bilan emas, qarorlar soni va noaniqlik darajasi bilan ham oshiriladi.

2-jadval.

Fan mavzularini kompetensiyaviy topshiriqlar va baholash dalillari bilan moslashtirish

| Mavzu                      | Maqsadli kompetensiya        | Dalil                              | Asosiy mezon                             |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| Diskretlash va aliasing    | Konseptual-analitik          | Grafik + qisqa izoh                | Nyquist shartini kontekst bilan asoslash |
| Konvolyutsiya va LTI       | Modellashtirish              | Hisob, grafik, blok-sxema          | Model va natija bog'lanishi              |
| Fourier tahlili            | Eksperimental-analitik       | Spektr, peak jadvali, izoh         | Spektrni to'g'ri talqin qilish           |
| FIR/IIR filtrlar           | Muammoli-dizayn              | Kod, frequency response, trade-off | Tanlovning dalillanganligi               |
| Z-transform va barqarorlik | Konseptual + modellashtirish | Pole-zero plot + asoslash          | ROC/barqarorlikni tushuntirish           |
| Loyiha                     | Integrativ kompetensiya      | Repo/notebook, hisobot, himoya     | Talab-model-algoritm-dalil yaxlitligi    |

### Muhokama

Taklif etilgan model kompetensiyaviy yondashuvni alohida metod sifatida emas, o'quv jarayonining barcha komponentlarini muvofiqlashtiruvchi dizayn prinsipi sifatida talqin qiladi. Henri, Johnson va Nepal kompetensiyaga asoslangan muhandislik ta'limida learning outcomes, mastery, assessment va learner supportni bir tizimda ko'rish zarurligini qayd etadi [2]. 2024-yilgi Engineering Education 5.0 bo'yicha sistematik tahlil ham texnik kompetensiya bilan birga muammo yechish, tizimli fikrlash, raqamli vositalardan foydalanish va transversal kompetensiyalarni integratsiyalash ehtiyojini ko'rsatadi [4]. Mazkur maqoladagi model ushbu umumiy talablarni signal processing fanining konkret faoliyatlari bilan bog'laydi.

Signal processing kursining o'ziga xosligi shundaki, kompetensiya ko'p reprezentatsiyali fikrlashda namoyon bo'ladi. Aboutanios va hammualiflar tez-tez va turli xil dizayn topshiriqlarini signal processing ta'limiga kiritish nazariy tushunchalarni real vazifalar bilan bog'lashga xizmat qilishini ko'rsatgan [5]. Deshpande DSP kursida project-based learningni self-learning va kognitiv xulqiy faollik bilan bog'lagan [6]. Ohatkar va Deshpande esa outcome-based frameworkni Digital Signal Processing kursi misolida course outcomes, program outcomes va active learning bilan integratsiyalagan [7]. Taklif etilgan model bu yo'nalishlarni kompetensiya dalili va rubrika bilan yanada aniqroq bog'laydi.

Metodikaning muhim tomoni - baholashni kurs oxiridagi nazoratdan o'quv jarayonining boshqaruv mexanizmiga aylantirishdir. Agar baholash faqat nazariy testdan iborat bo'lsa, talabada modellashtirish, algoritm tanlash, tajriba o'tkazish va dalil keltirish kompetensiyalari shakllanganini aniqlash qiyin. Shu sababli to'g'ridan-to'g'ri dalillar portfeli - kod, grafik, model, lab jurnali, og'zaki himoya va reflektiv izoh - test bilan birga qo'llanilishi zarur. Bu ABETdagi "student outcomes" va ularni assessment/evaluation orqali muntazam kuzatish hamda

continuous improvementga bog'lash tamoyiliga mos keladi [1].

Modelni amaliyotga joriy etishda bir necha shart muhim. Birinchidan, autentik vazifa talabani tayyorgarlik darajasiga mos bo'lishi kerak; ortiqcha ochiq va murakkab loyiha kognitiv yukni oshirishi mumkin. Ikkinchidan, guruh loyihasida individual kompetensiya ko'rinmay qolmasligi uchun individual mini-himoya, commit tarixi, reflektiv jurnal yoki individual subtask dalillari kerak. Uchinchidan, raqamli va AI vositalari natijani avtomatik hosil qilishi sababli, baholashda "nima chiqdi?" bilan bir qatorda "nima uchun shunday chiqdi?" va "natijani qanday tekshirdingiz?" savollari majburiy bo'lishi lozim.

Tadqiqotning cheklari uning nazariy-metodik xarakteridadir. Taklif etilgan kompetensiyalar, rubrika va o'quv siklining samaradorligi kelgusida pedagogik tajriba orqali tekshirilishi zarur. Bunda eksperimental va nazorat guruhlari, kompetensiyaga yo'naltirilgan pre/post topshiriqlar, rubrikalar bo'yicha ekspertlararo ishonchlilik, learning analytics va talabalar reflektiv jurnallarini birgalikda qo'llash maqsadga muvofiq.

### Xulosa

Tizimlar va signallarni qayta ishlash fanini kompetensiyaviy yondashuv asosida o'qitish metodikasini takomillashtirish fan mazmunini qisqartirish yoki an'anaviy ma'ruzani boshqa formatga ko'chirish bilan cheklanmaydi. Asosiy o'zgarish ta'lim natijasini faoliyat tilida ifodalash, o'quv vazifasini real muhandislik kontekstiga yaqinlashtirish, talabani qaror qabul qilish jarayonini kuzatiladigan dalilga aylantirish va baholashni shu dalillar bilan moslashtirishdan iborat.

Tadqiqot natijasida konseptual-analitik, modellashtirish, algoritmik-instrumental, eksperimental-ma'lumotlar bilan ishlash, muammoli-dizayn va kommunikativ-refleksiv kompetensiyalar tizimi shakllantirildi. Takomillashtirilgan metodika maqsad-kompetensiya-autentik topshiriq-dalil-mezonli baholash-qayta aloqa ketma-ketligiga tayanadi.

Diagnostika, kontekstli muammo, modellashtirish, tajriba/loyiha, dalil va refleksiya iborat o'quv sikli kompetensiyani bosqichma-bosqich rivojlanishini ta'minlashga yo'naltirilgan.

Amaliy jihatdan taklif etilgan yondashuv sillabusdagi kurs natijalarini amaliy va laboratoriya topshiriqlari bilan

moslashtirish, MATLAB/Python va virtual laboratoriyalarni qaror qabul qilishga yo'naltirish, loyiha ishlarini rubrika bilan baholash hamda o'qituvchining qayta aloqasini keyingi o'quv harakatiga aylantirish uchun metodik asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. ABET Engineering Accreditation Commission. (2025). Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2025-2026. ABET.

2. Henri, M., Johnson, M. D., & Nepal, B. (2017). A Review of Competency-Based Learning: Tools, Assessments, and Recommendations. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 607-638. <https://doi.org/10.1002/jee.20180>

3. Wyne, M. F., Zhang, L., & Farahani, A. (2021). A Review of Competency Based Education (CBE). In 2021 International e-Engineering Education Services Conference (e-Engineering) (pp. 127-132). IEEE. <https://doi.org/10.1109/e-Engineering47629.2021.9470564>

4. Pacher, C., Woschank, M., Zunk, B. M., & Gruber, E. (2024). Engineering education 5.0: a systematic literature review on competence-based education in the industrial engineering and management discipline. *Production & Manufacturing Research*, 12(1), 2337224. <https://doi.org/10.1080/21693277.2024.2337224>

5. Aboutanios, E., Sethu, V., Ambikairajah, E., Taubman, D. S., & Epps, J. (2021). Teaching Signal Processing Through Frequent and Diverse Design: A Pedagogical Approach. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3), 133-143. <https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3057855>

6. Deshpande, A. M. (2022). 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*, 36(Special Issue).

7. Ohatkar, S. N., & Deshpande, A. M. (2022). Outcome-Based Education: A Learner-Centric Pedagogical Framework with Case Studies in Digital Communication and Signal Processing Courses. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(Special Issue), 38-42B.

8. Hao, H., Li, J., Hao, L., & Chen, Y. (2023). Reform and Practice of Digital Signal Processing Course Guided by OBE Concept. *Signal and Information Processing*.

9. Pertuz, S., Reyes, O., Cristobal, E. S., Meier, R., & Castro, M. (2023). MOOC-Based Flipped Classroom for On-Campus Teaching in Undergraduate Engineering Courses. *IEEE Transactions on Education*, 66(5), 468-478. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3282896>

10. He, J. (2026). Cognitive Decoupling and Compensatory Gains: An AI-Enhanced Pedagogy for Bridging the Mathematical Gap in Signals and Systems. *Computer Applications in Engineering Education*, 34(5), e70262. <https://doi.org/10.1002/cae.70262>

11. Xie, Z., Zhu, Z., Wang, Y., Bai, Y., & Zhang, R. (2026). Innovative practice of sustainable digital signal processing education. *PLOS ONE*, 21(1), e0340806. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0340806>

12. Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University* (4th ed.). Open University Press.

13. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.

14. Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.