

BO'LAJAK MUHANDISLARNING LOYIHALASH KOMPETENTLIGINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK VA METODOLOGIK ASOSLARI

Abduraxmanov Ravshan

O'zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali professori,t.f.f.d

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20178955>

Annotatsiya: Ushbu maqolada bo'lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirishning pedagogik va metodologik asoslari tahlil qilinadi. Muhandislik ta'limining zamonaviy bosqichida mutaxassisdan nafaqat tayyor texnik yechimlarni bajarish, balki murakkab ishlab chiqarish, transport, energetika, raqamli texnologiyalar va barqaror rivojlanish sharoitida mustaqil loyiha yaratish, texnik muammoni tizimli tahlil qilish, innovatsion yechim ishlab chiqish va uning samaradorligini asoslash kompetensiyalari talab etilmoqda. Shu nuqtayi nazardan, loyihalash kompetentligini shakllantirish muhandislik ta'limining markaziy vazifalaridan biri hisoblanadi. Maqolada loyihalash kompetentligining mazmuni, uning tarkibiy komponentlari, pedagogik shart-sharoitlari, metodologik yondashuvlari hamda ta'lim jarayonida rivojlantirish mexanizmlari ilmiy jihatdan asoslanadi. Tadqiqotda kompetensiyaviy, tizimli, faoliyatga yo'naltirilgan, integrativ, muammoli va loyiha asosida o'qitish yondashuvlari bo'lajak muhandislarning kasbiy tayyorgarligini takomillashtirishning asosiy metodologik omillari sifatida talqin etiladi.

Kalit so'zlar: bo'lajak muhandis, loyihalash kompetentligi, muhandislik ta'limi, kompetensiyaviy yondashuv, metodologik asos, loyiha asosida o'qitish, kasbiy tayyorgarlik, texnik tafakkur.

Аннотация: В статье анализируются педагогические и методологические основы формирования проектировочной компетентности будущих инженеров. В современных условиях инженерного образования от специалиста требуется не только выполнение готовых технических решений, но и способность самостоятельно разрабатывать проекты, системно анализировать технические проблемы, предлагать инновационные решения и обосновывать их эффективность. С этой точки зрения формирование проектировочной компетентности рассматривается как одна из ключевых задач инженерного образования. В статье раскрываются содержание, структурные компоненты, педагогические условия, методологические подходы и механизмы развития проектировочной компетентности будущих инженеров. Компетентностный, системный, деятельностный, интегративный, проблемный и проектный подходы рассматриваются как основные методологические факторы совершенствования профессиональной подготовки будущих инженеров.

Ключевые слова: будущий инженер, проектировочная компетентность, инженерное образование, компетентностный подход, методологическая основа, проектное обучение, профессиональная подготовка, техническое мышление.

Abstract: This article analyzes the pedagogical and methodological foundations for developing design competence in future engineers. In the modern context of engineering education, specialists are required not only to implement ready-made technical solutions, but also to independently develop projects, systematically analyze technical problems, generate innovative solutions and justify their effectiveness. From this perspective, the formation of design competence is considered one of the central tasks of engineering education. The article explains the content, structural components, pedagogical conditions, methodological

approaches and mechanisms for developing design competence in future engineers. Competency-based, systemic, activity-oriented, integrative, problem-based and project-based approaches are interpreted as key methodological factors in improving the professional training of future engineers.

Keywords: future engineer, design competence, engineering education, competency-based approach, methodological foundation, project-based learning, professional training, technical thinking.

Zamonaviy muhandislik ta’limi jamiyatning texnologik, iqtisodiy va ekologik ehtiyojlari bilan bevosita bog’liq holda rivojlanmoqda. Raqamli transformatsiya, avtomatlashtirish, sun’iy intellekt, barqaror transport, energetika samaradorligi, sanoatning intellektuallashuvi va ekologik xavfsizlik kabi jarayonlar muhandislik kasbining mazmunini sezilarli darajada o’zgartirmoqda. Bugungi kunda muhandisdan faqat an’anaviy texnik bilim va hisob-kitob malakalari emas, balki tizimli fikrlash, loyiha ishlab chiqish, modellashtirish, prognozlash, resurslarni oqilona taqsimlash, jamoada ishlash va innovatsion yechimlarni yaratish qobiliyati ham talab qilinadi. Shu sababli bo’lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirish oliy texnika ta’limining muhim ilmiy-pedagogik muammolaridan biri hisoblanadi.

Loyihalash kompetentligi muhandislik faoliyatining markazida turadi. Chunki har qanday texnik tizim, transport infratuzilmasi, ishlab chiqarish jarayoni, qurilma, mexanizm yoki raqamli muhit avvalo loyiha g’oyasi, loyiha modeli va loyiha yechimi sifatida shakllanadi. Muhandislik loyihalash faqat chizma, sxema yoki hisob-kitob tayyorlash jarayoni emas, balki muammoni aniqlash, ehtiyojni tahlil qilish, maqsadni belgilash, resurslarni baholash, alternativ yechimlarni solishtirish, texnik-iqtisodiy asoslash, xavfsizlik va ekologik mezonlarni hisobga olish, yakuniy mahsulotning samaradorligini baholash kabi murakkab intellektual-amaliy faoliyatdir. Demak, loyihalash kompetentligini shakllantirish bilim, ko’nikma va malakalarni mexanik tarzda o’zlashtirish bilan cheklanmaydi; u talabaning kasbiy tafakkuri, ijodkorligi, metodologik madaniyati, mas’uliyati va amaliy qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantirishni ham o’z ichiga oladi.

Muhandislik ta’limida loyihalash kompetentligining dolzarbligi yana shundaki, zamonaviy ishlab chiqarish va transport tizimlari murakkab, ko’p komponentli va tez o’zgaruvchan xarakterga ega. Masalan, barqaror transport tizimlarini loyihalashda muhandis ekologik, iqtisodiy, texnologik, ijtimoiy va raqamli omillarni birgalikda tahlil qilishi kerak. Energiya samarador transport vositasi yoki aqlli yo’l infratuzilmasini yaratish jarayonida texnik yechimning o’zi yetarli bo’lmaydi; u xavfsiz, iqtisodiy jihatdan asoslangan, ekologik talablarga mos, foydalanuvchi uchun qulay va uzoq muddatli rivojlanishga xizmat qiladigan bo’lishi zarur. Bunday vaziyatda loyihalash kompetentligini rivojlantirish bo’lajak muhandisning kasbiy tayyorgarligi, mustaqil fikrlashi va innovatsion faoliyatga tayyorligini ta’minlaydi.

Maqolaning maqsadi bo’lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirishning pedagogik va metodologik asoslarini ilmiy jihatdan tahlil qilish, ushbu kompetentlikning mazmuniy tarkibini aniqlash hamda uni rivojlantirishga xizmat qiluvchi yondashuvlar va shart-sharoitlarni asoslashdan iborat.

Tadqiqotda kompetensiyaviy, tizimli, faoliyatga yo’naltirilgan, integrativ, muammoli va loyiha asosida o’qitish yondashuvlari metodologik asos sifatida qabul qilindi. Kompetensiyaviy

yondashuv loyihalash kompetentligini faqat nazariy bilimlar majmui sifatida emas, balki real kasbiy vaziyatlarda samarali harakat qilishga imkon beruvchi bilim, ko'nikma, tajriba, qadriyat va mas'uliyat birligi sifatida talqin qilishga imkon beradi. Tizimli yondashuv bo'lajak muhandisning loyihalash faoliyatini texnik, iqtisodiy, ekologik, ijtimoiy va boshqaruv omillarining uzviy bog'liqligida o'rganishga xizmat qiladi. Faoliyatga yo'naltirilgan yondashuv esa talabani tayyor bilimni qabul qiluvchi subyekt sifatida emas, balki muammoni hal qiluvchi, loyiha ishlab chiquvchi, qaror qabul qiluvchi va natijani baholovchi faol ishtirokchi sifatida ko'rishga asoslanadi.

Tadqiqotda pedagogik tahlil, nazariy umumlashtirish, konseptual izohlash, qiyosiy tahlil va modellashtirish usullaridan foydalanildi. Pedagogik tahlil orqali muhandislik ta'limida loyihalash kompetentligini shakllantirishning mazmuni va didaktik imkoniyatlari o'rganildi. Nazariy umumlashtirish usuli yordamida kompetensiya, loyihalash faoliyati, kasbiy tayyorgarlik va metodologik madaniyatga oid ilmiy qarashlar umumlashtirildi. Qiyosiy tahlil an'anaviy bilimga yo'naltirilgan ta'lim modeli bilan zamonaviy loyiha va kompetensiyaga asoslangan ta'lim modelining farqlarini ochib berishga xizmat qildi. Modellashtirish usuli esa loyihalash kompetentligining tarkibiy komponentlarini aniqlash va ular o'rtasidagi o'zaro aloqadorlikni izohlash imkonini berdi.

Tadqiqotning nazariy manbalari sifatida J. Deweyning tajribaga asoslangan ta'lim haqidagi qarashlari, L. S. Vygotskiyning ijtimoiy-madaniy rivojlanish konsepsiyasi, D. A. Kolbning tajribaviy o'qitish modeli, J. Biggsning konstruktiv moslashuv yondashuvi, R. M. Felder va L. K. Silvermanning muhandislik ta'limidagi o'qitish uslublari haqidagi ishlari, shuningdek, muhandislik ta'limida CDIO yondashuvi va loyiha asosida o'qitish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar asos qilib olindi.

Bo'lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirish, avvalo, ushbu tushunchaning mazmunini to'g'ri aniqlashni talab qiladi. Loyihalash kompetentligi muhandislik faoliyatida loyiha g'oyasini ilgari surish, texnik muammoni tahlil qilish, talab va cheklavlarni aniqlash, optimal yechim variantlarini ishlab chiqish, modellashtirish, hisoblash, texnik-iqtisodiy va ekologik asoslash, loyiha natijasini baholash hamda amaliyotga tatbiq etishga tayyorlikni ifodalaydi. Bu kompetentlik murakkab tarkibga ega bo'lib, unda bilim, amaliy ko'nikma, kasbiy tafakkur, ijodiy yondashuv, kommunikativ hamkorlik va reflektiv baholash bir-biri bilan uzviy bog'lanadi.

Loyihalash kompetentligining kognitiv komponenti talabaning nazariy bilimlari, texnik tushunchalari, muhandislik qonuniyatlarini bilishi va loyihalash jarayonining metodologik asoslarini anglashida namoyon bo'ladi. Bo'lajak muhandis mexanika, materialshunoslik, transport tizimlari, energetika, ekologiya, raqamli texnologiyalar, iqtisodiy tahlil va xavfsizlikka oid bilimlarni o'zaro bog'liq holda qo'llay olishi kerak. Bunda bilimlar alohida fanlar doirasida emas, balki muayyan loyiha muammosini hal qilishga yo'naltirilgan tizimli bilimlar majmui sifatida shakllanishi zarur.

Amaliy-faoliyat komponenti loyihalash kompetentligining real harakat bilan bog'liq jihatini bildiradi. Talaba loyiha topshirig'ini tahlil qilishi, texnik vazifa tuzishi, chizma, sxema, model va hisob-kitoblarni ishlab chiqishi, dasturiy vositalardan foydalanishi, tajriba natijalarini qayta ishlashi va loyiha mahsulotini asoslab bera olishi kerak. Zamonaviy muhandislik ta'limida CAD/CAM/CAE dasturlari, raqamli modellashtirish, simulyatsiya, prototiplash, 3D texnologiyalar va ma'lumotlar tahlili loyihalash kompetentligining ajralmas vositalariga

aylanmoqda. Shu sababli amaliy komponent texnik chizmachilik yoki hisoblash malakasi bilan cheklanmaydi, balki raqamli loyihalash madaniyatini ham qamrab oladi.

Motivatsion-qadriyat komponenti talabaning muhandislik faoliyatiga munosabati, kasbiy mas'uliyati, yangilikka intilishi va barqaror rivojlanish qadriyatlarini qabul qilishi bilan bog'liq. Agar talaba loyihalashni faqat o'quv topshirig'i sifatida qabul qilsa, unda chuqur kasbiy kompetentlik shakllanmaydi. Loyihalash kompetentligining rivojlanishi uchun talaba texnik muammoning jamiyat, iqtisodiyot, ekologiya va inson hayoti bilan bog'liqligini anglay olishi kerak. Ayniqsa, barqaror transport, energiya samaradorligi, ekologik xavfsizlik va resurslardan oqilona foydalanish masalalari bo'lajak muhandisda kasbiy javobgarlikni shakllantiradi.

Ijodiy-innovatsion komponent muhandislik loyihalashning muhim qismidir. Chunki loyiha faoliyati doimo muammoni hal qilish, yangi yechim izlash, mavjud texnik variantlarni takomillashtirish va alternativ qarorlarni solishtirish bilan bog'liq. Bo'lajak muhandis tayyor algoritmlarni bajarish bilan cheklanmasdan, yangi g'oya ilgari surishi, mavjud sharoitda optimal qaror topishi va texnik cheklovlar doirasida ijodiy yechim ishlab chiqishi kerak. Bunday kompetentlik muammoli ta'lim, keys-stadi, loyiha asosida o'qitish, tadqiqotga yo'naltirilgan topshiriqlar va jamoaviy muhandislik loyihalari orqali rivojlanadi.

Refleksiv-baholash komponenti esa talabaning o'z loyiha faoliyatini tahlil qilish, xatolarni aniqlash, natijani mezonlar asosida baholash va takomillashtirish yo'llarini belgilash qobiliyatini ifodalaydi. Muhandislik loyihalashda natija birdaniga mukammal shakllanmaydi; u doimiy tekshirish, qayta hisoblash, modellashtirish, sinovdan o'tkazish va takomillashtirish orqali rivojlanadi. Shu sababli refleksiya loyihalash kompetentligining yakuniy emas, balki butun jarayon davomida amal qiluvchi muhim mexanizmidir.

Bo'lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirishning pedagogik asoslari ta'lim jarayonini real muhandislik faoliyatiga yaqinlashtirish bilan belgilanadi. An'anaviy ma'ruza va reproduktiv mashg'ulotlar muayyan nazariy bilimlarni berishi mumkin, ammo loyihalash kompetentligini to'liq shakllantirish uchun talabani faol muammo yechishga, mustaqil qaror qabul qilishga va amaliy loyiha yaratishga jalb etish zarur. Bunda o'quv topshiriqlari real ishlab chiqarish, transport, energetika yoki ekologik muammolar bilan bog'langan bo'lishi maqsadga muvofiq. Talaba nazariy formulani yodlash emas, balki uni muayyan texnik vaziyatda qo'llash, natijani asoslash va yechimning cheklovlarini anglash orqali kasbiy rivojlanadi.

Loyiha asosida o'qitish bo'lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini rivojlantirishda eng samarali pedagogik texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuvda talaba aniq muammoni hal qilishga yo'naltirilgan loyiha ustida ishlaydi, izlanadi, ma'lumot to'playdi, yechim variantlarini tahlil qiladi, model yaratadi, natijani taqdim etadi va baholaydi. Loyiha asosida o'qitish talabada mustaqillik, ijodkorlik, jamoaviy hamkorlik, kommunikativlik, mas'uliyat va tanqidiy fikrlashni rivojlantiradi. Muhandislik ta'limida bunday yondashuv nazariya bilan amaliyotni bog'lashning eng qulay vositalaridan biridir.

Muammoli ta'lim ham loyihalash kompetentligining shakllanishida muhim rol o'ynaydi. Texnik muammo talabani tayyor javobni eslab qolishga emas, balki izlanishga, sabab-oqibat aloqalarini aniqlashga, mavjud bilimlarni qayta ishlashga va yangi yechim topishga majbur qiladi. Masalan, transport tizimida tirbandlikni kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish yoki ekologik zararlarni pasaytirish bilan bog'liq muammoli vaziyatlar talabaning tizimli fikrlashini rivojlantiradi. Bunday topshiriqlar muhandislik loyihalashning real xarakterini aks

ettiradi, chunki amaliyotda muhandis ko‘pincha aniq va yagona javobga ega bo‘lmagan murakkab vaziyatlar bilan ishlaydi.

Integrativ yondashuv loyihalash kompetentligini shakllantirishda alohida ahamiyatga ega. Muhandislik loyihalari odatda bir fan doirasida hal qilinmaydi; ular matematika, fizika, mexanika, informatika, ekologiya, iqtisodiyot, menejment va ijtimoiy xavfsizlik elementlarini birlashtiradi. Shu sababli ta‘lim mazmuni fanlararo bog‘liqlik asosida tashkil etilishi kerak. Masalan, barqaror transport tizimini loyihalash bo‘yicha topshiriqda talaba transport oqimini hisoblaydi, yoqilg‘i yoki energiya sarfini baholaydi, ekologik ta‘sirni tahlil qiladi, iqtisodiy samaradorlikni asoslaydi va raqamli model ishlab chiqadi. Bu jarayon talabaning bilimlarini birlashtiradi va ularni real loyihaviy faoliyatga yo‘naltiradi.

Raqamli texnologiyalar loyihalash kompetentligini rivojlantirishning zamonaviy pedagogik vositasi sifatida namoyon bo‘ladi. Raqamli modellashtirish, virtual laboratoriyalar, simulyatsion dasturlar, 3D loyihalash, GIS texnologiyalari, transport oqimlarini modellashtirish va sun‘iy intellekt asosidagi tahlil vositalari talabaning loyihaviy tafakkurini kuchaytiradi. Raqamli muhitda talaba loyihani xavfsiz sinovdan o‘tkazishi, turli variantlarni taqqoslashi, xatolarni tez aniqlashi va natijani vizual tahlil qilishi mumkin. Bu esa loyihalash jarayonini ko‘rgazmali, interaktiv va natijaga yo‘naltirilgan qiladi.

Bo‘lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirishda metodologik asoslarning to‘g‘ri tanlanishi muhim ahamiyatga ega. Agar ta‘lim jarayoni faqat nazariy bilimlarni uzatishga qaratilsa, talaba real loyihaviy vaziyatda mustaqil qaror qabul qilishda qiynaladi. Shu sababli kompetensiyaviy yondashuv muhandislik ta‘limida asosiy metodologik yo‘nalishlardan biri bo‘lishi zarur. Kompetensiyaviy yondashuv talabaning “nimani bilishi” bilan birga, “nimani bajara olishi”, “qanday sharoitda qo‘llay olishi” va “natija uchun qanday javobgarlikni his qilishi”ni ham muhim deb hisoblaydi.

Tizimli yondashuv esa muhandislik loyihalashning murakkab tabiatini ochib beradi. Har qanday loyiha texnik, iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy omillar tizimida mavjud bo‘ladi. Masalan, transport infratuzilmasi loyihasida yo‘lning o‘tkazuvchanligi, qurilish xarajati, ekologik ta‘siri, xavfsizlik darajasi, xizmat ko‘rsatish qulayligi va uzoq muddatli ekspluatatsiya xarajatlari birgalikda baholanishi kerak. Talaba bunday tizimli bog‘liqlikni anglamasa, uning loyiha yechimi bir tomonlama va amaliy jihatdan cheklangan bo‘lib qoladi. Shu bois tizimli fikrlash loyihalash kompetentligining asosiy belgilaridan biridir.

Faoliyatga yo‘naltirilgan yondashuv talabaning o‘quv jarayonidagi pozitsiyasini o‘zgartiradi. U bilimni passiv qabul qiluvchi emas, balki loyiha muammosini hal qiluvchi faol subyektga aylanadi. Bunday ta‘limda o‘qituvchi tayyor javobni beruvchi shaxs emas, balki yo‘naltiruvchi, maslahat beruvchi, baholovchi va metodik yordam ko‘rsatuvchi tashkilotchi sifatida ishtirok etadi. Natijada talaba mustaqil izlanish, tanqidiy tahlil, qaror qabul qilish va natijani himoya qilish tajribasiga ega bo‘ladi.

Loyihalash kompetentligini shakllantirishda baholash tizimi ham muhim o‘rin tutadi. An‘anaviy baholash ko‘pincha nazariy javob yoki yakuniy natijani tekshirishga qaratiladi. Biroq loyiha kompetentligini baholashda jarayonning o‘zi, ya‘ni muammoni tushunish, maqsad qo‘yish, yechim variantlarini ishlab chiqish, modellashtirish, asoslash, jamoada ishlash, taqdimot qilish va refleksiya qilish kabi bosqichlar ham hisobga olinishi kerak. Shuning uchun mezonli baholash, portfel, loyiha himoyasi, ekspert baholash, o‘zaro baholash va o‘zini baholash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Muhandislik ta'limida loyihalash kompetentligini rivojlantirish uchun pedagogik shart-sharoitlar ham zarur. Bular, avvalo, ta'lim mazmunining real kasbiy faoliyatga yaqinligi, laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarning loyihaviy xarakteri, raqamli texnologiyalardan foydalanish, fanlararo integratsiya, ishlab chiqarish korxonalarini bilan hamkorlik, muammoli topshiriqlar, talabalar jamoaviy loyihalari va mustaqil tadqiqot ishlarini tashkil etish bilan bog'liq. Ta'lim muassasasida loyiha madaniyati shakllanmasa, loyihalash kompetentligini rivojlantirish epizodik xarakterda qolib ketadi.

Bo'lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirishda barqaror rivojlanish tamoyillarini integratsiya qilish ham dolzarbdir. Zamonaviy muhandis faqat texnik samaradorlikka emas, balki ekologik xavfsizlik, energiya tejamkorlik, resurslardan oqilona foydalanish va ijtimoiy qulaylikka ham e'tibor qaratishi kerak. Bu ayniqsa transport, qurilish, energetika va ishlab chiqarish tizimlarini loyihalashda muhimdir. Shunday ekan, loyihalash kompetentligining mazmunida ekologik va ijtimoiy mas'uliyat alohida o'rin egallashi zarur.

Bo'lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirish zamonaviy muhandislik ta'limining muhim ilmiy-pedagogik vazifalaridan biridir. Ushbu kompetentlik talabaning nazariy bilimlari, amaliy ko'nikmalari, texnik tafakkuri, ijodiy yondashuvi, raqamli texnologiyalardan foydalanish qobiliyati, jamoaviy hamkorligi va reflektiv baholash madaniyatini birlashtiradi. Loyihalash kompetentligi tayyor texnik bilimlarni qo'llashdan ko'ra kengroq mazmunga ega bo'lib, muammoni aniqlash, tahlil qilish, yechim ishlab chiqish, modellashtirish, asoslash va natijani takomillashtirish jarayonlarini qamrab oladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, loyihalash kompetentligini samarali shakllantirish uchun kompetensiyaviy, tizimli, faoliyatga yo'naltirilgan, integrativ, muammoli va loyiha asosida o'qitish yondashuvlari o'zaro uyg'un qo'llanilishi zarur. Bunda ta'lim mazmuni real muhandislik vazifalari bilan bog'lanishi, talabalar mustaqil loyiha faoliyatiga jalb etilishi, raqamli modellashtirish va simulyatsiya vositalaridan foydalanilishi, baholash jarayoni esa faqat yakuniy natijaga emas, balki butun loyiha jarayoniga yo'naltirilishi lozim.

Muhandislik ta'limida loyihalash kompetentligini rivojlantirish nafaqat kasbiy tayyorgarlik sifati, balki innovatsion iqtisodiyot, texnologik modernizatsiya va barqaror rivojlanish talablariga javob bera oladigan mutaxassislarni tayyorlashning ham asosiy sharti hisoblanadi. Shu bois bo'lajak muhandislarning loyihalash kompetentligini shakllantirish pedagogik jihatdan puxta tashkil etilgan, metodologik jihatdan asoslangan va amaliy faoliyat bilan uzviy bog'langan ta'lim jarayoni orqali amalga oshirilishi kerak.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Dewey J. Experience and Education. — New York: Macmillan, 1938. — 116 p.
2. Vygotsky L. S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. — Cambridge: Harvard University Press, 1978. — 159 p.
3. Kolb D. A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. — Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984. — 256 p.
4. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. — 4th ed. — Maidenhead: Open University Press, 2011. — 418 p.
5. Felder R. M., Silverman L. K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education // Engineering Education. — 1988. — Vol. 78, № 7. — P. 674–681.

6. Crawley E. F., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D. R., Edström K. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. — 2nd ed. — Cham: Springer, 2014. — 311 p.
7. Prince M. J., Felder R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases // Journal of Engineering Education. — 2006. — Vol. 95, № 2. — P. 123–138.
8. Dym C. L., Agogino A. M., Eris O., Frey D. D., Leifer L. J. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning // Journal of Engineering Education. — 2005. — Vol. 94, № 1. — P. 103–120.
9. Mills J. E., Treagust D. F. Engineering Education — Is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer? // Australasian Journal of Engineering Education. — 2003. — Vol. 3, № 2. — P. 2–16.
10. Rugarcia A., Felder R. M., Woods D. R., Stice J. E. The Future of Engineering Education. I. A Vision for a New Century // Chemical Engineering Education. — 2000. — Vol. 34, № 1. — P. 16–25.
11. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. — Москва: Педагогика, 1989. — 192 с.
12. Зеер Э. Ф. Психология профессионального образования. — Москва: Академия, 2013. — 416 с.