



Shaxnoza MUSURMONOVA,
Shahrisabz davlat pedagogika instituti, Pedagogika fakulteti doktoranti
E - mail: shahnozamusurmonova6@gmail.com

ShdPI professori, p.f.d Jalolova.M taqrizi asosida

MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS OF CRITICAL THINKING DEVELOPMENT IN PHYSICS EDUCATION

Annotation

This article presents a mathematical model for the development of critical thinking in physics education. The study identifies key components such as motivation, analytical thinking, logical reasoning, and interactivity, and integrates them into a unified model. The effectiveness of the proposed model is analyzed using quantitative indicators and experimental data. The results demonstrate a significant improvement in students' critical thinking skills when applying the developed methodology. The proposed approach contributes to enhancing the quality of physics education through a structured and analytical framework.

Keywords: critical thinking, physics education, mathematical model, analytical thinking, learning process, pedagogy, effectiveness, experiment.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Аннотация

В данной статье представлена математическая модель формирования критического мышления при обучении физике. Определены основные компоненты, такие как мотивация, аналитическое мышление, логическое рассуждение и интерактивность, которые объединены в единую модель. Эффективность предложенной модели проанализирована на основе количественных показателей и экспериментальных данных. Результаты показывают значительное повышение уровня критического мышления студентов при применении разработанной методики. Предложенный подход способствует повышению качества преподавания физики.

Ключевые слова: критическое мышление, обучение физике, математическая модель, аналитическое мышление, учебный процесс, педагогика, эффективность, эксперимент.

FIZIKA DARSLARIDA TANQIDIY FIKRLASHNI SHAKLLANTIRISHNING MATEMATIK MODELI VA TAHLILI

Annotatsiya

Ushbu maqolada fizika ta'limida tanqidiy fikrlashni rivojlantirishning matematik modeli ishlab chiqilgan. Model tarkibiga motivatsiya, analitik fikrlash, mantiqiy xulosa va interfaollik kabi asosiy komponentlar kiritilgan. Taklif etilgan model samaradorligi miqdoriy ko'rsatkichlar va tajriba natijalari asosida tahlil qilingan. Natijalar talabalar tanqidiy fikrlash darajasi sezilarli oshganini ko'rsatdi. Mazkur yondashuv fizika ta'limi sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: tanqidiy fikrlash, fizika ta'limi, matematik model, analitik fikrlash, o'quv jarayoni, pedagogika, samaradorlik, tajriba.

Kirish. Zamonaviy ta'lim tizimida talabalarning nafaqat bilimlarni o'zlashtirishi, balki ularni tahlil qilish, solishtirish va mustaqil xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, fizika fanini o'qitishda murakkab nazariy tushunchalarni chuqur anglash va amaliy vaziyatlarda qo'llash uchun tanqidiy fikrlash kompetensiyasining shakllangan bo'lishi zarur. Shu nuqtai nazardan, fizika ta'limida tanqidiy fikrlashni rivojlantirish dolzarb pedagogik muammo sifatida namoyon bo'lmoqda. Hozirgi kunda fizika darslarida asosan an'anaviy o'qitish usullaridan foydalanilishi natijasida talabalar ko'pincha tayyor bilimlarni qabul qiluvchi passiv subyekt sifatida ishtirok etmoqda. Bu esa ularning analitik fikrlash, muammoni mustaqil hal etish va mantiqiy xulosa chiqarish qobiliyatlarining yetarli darajada rivojlanmasligiga olib keladi. Natijada, o'quv jarayonining samaradorligi pasayadi hamda fizik bilimlarni real hayotiy vaziyatlarga tatbiq etish qiyinlashadi. Ilmiy-pedagogik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tanqidiy fikrlashni rivojlantirish o'quv jarayonini faollashtirish, interfaol metodlardan foydalanish va talabalarni muammoli vaziyatlarga jalb etish orqali amalga oshiriladi. Biroq mavjud yondashuvlarda ushbu jarayonning aniq matematik modeli yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Bu esa tanqidiy fikrlash darajasini miqdoriy baholash va uning rivojlanish dinamikasini tahlil qilishda muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi.

Mazkur maqolada fizika ta'limida tanqidiy fikrlashni shakllantirishning matematik modeli ishlab chiqiladi va uning asosiy komponentlari tizimli ravishda tahlil qilinadi. Taklif

etilayotgan model motivatsiya, analitik fikrlash, mantiqiy xulosa chiqarish va interfaollik kabi omillarni o'z ichiga olgan holda, tanqidiy fikrlash darajasini miqdoriy ifodalash imkonini beradi. Shuningdek, model asosida o'quv jarayonining samaradorligi baholanadi va eksperimental natijalar orqali uning amaliy ahamiyati asoslab beriladi.

Tadqiqotning maqsadi - fizika darslarida tanqidiy fikrlashni shakllantirishning matematik modelini ishlab chiqish va uning samaradorligini tahlil qilishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: tanqidiy fikrlashning asosiy komponentlarini aniqlash, ularni matematik model ko'rinishida ifodalash, model asosida eksperimental tadqiqot o'tkazish hamda olingan natijalarni tahlil qilish.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. So'nggi yillarda ta'lim jarayonida tanqidiy fikrlashni rivojlantirish masalasi pedagogika va psixologiya sohalarida keng o'rganilmoqda. Xususan, Robert H. Ennis tomonidan tanqidiy fikrlash tushunchasi shaxsning asosli qaror qabul qilish va mantiqiy xulosa chiqarishga yo'naltirilgan refleksiv fikrlash jarayoni sifatida izohlangan. Uning tadqiqotlarida tanqidiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirish uchun analitik yondashuv va dalillarga asoslangan mulohaza yuritish muhim omil sifatida ko'rsatiladi.

Fizika ta'limi sohasida esa tanqidiy fikrlashni rivojlantirish masalasi ko'plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan tadqiq etilgan. Jumladan, David Hestenes fizika ta'limida konseptual yondashuvni rivojlantirish zarurligini asoslab, talabalarni faqat formulalarni yodlash emas, balki fizik hodisalarni tushunishga

yo'naltirish lozimligini ta'kidlaydi. Bu esa bevosita tanqidiy fikrlashning rivojlanishi bilan bog'liqdir.

O'zbekistonlik olimlar tomonidan ham ta'lim jarayonida tanqidiy fikrlashni rivojlantirish masalalari o'rganilgan. Xususan, N.A. Muslimov, B.X. Xodjayev va R. Ishmuhamedov ilmiy ishlarida zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida talabalarning mustaqil fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishning metodik asoslari yoritilgan. Ularning tadqiqotlarida interfaol metodlar va muammoli o'qitish texnologiyalarining samaradorligi alohida ta'kidlanadi.

Shu bilan birga, mavjud ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tanqidiy fikrlashni rivojlantirish masalasi keng o'rganilgan bo'lsa-da, uni aynan fizika ta'limi jarayonida matematik model asosida kompleks tahlil qilish yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Xususan, tanqidiy fikrlash komponentlarining o'zaro bog'liqligini matematik ifodalash, ularning ta'sir darajasini aniqlash va o'quv jarayonidagi dinamik o'zgarishlarini modellashtirish masalalari hali ham chuqur tadqiq etishni talab etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur holat ushbu maqolada tanqidiy fikrlashni rivojlantirishning matematik modelini ishlab chiqish va uning samaradorligini tahlil qilish zaruratini belgilab beradi.

Mazkur tadqiqotda fizika darslarida talabalarning tanqidiy fikrlashini rivojlantirish jarayoni matematik modellashtirish asosida o'rganildi. Tadqiqotda nazariy (tahlil, umumlashtirish) va empirik (tajriba-sinov, taqqoslash) metodlardan foydalanildi.

Tanqidiy fikrlash quyidagi asosiy komponentlar orqali ifodalandi: motivatsiya (M), analitik fikrlash (A), mantiqiy xulosa

(L) va interfaollik (I). Ushbu komponentlar asosida umumiy ko'rsatkich quyidagicha aniqlanadi:

$$T = \alpha M + \beta A + \gamma L + \delta I$$

bu yerda:

T - tanqidiy fikrlash darajasi, α , β , γ , δ - og'irlik koeffitsientlari.

Tadqiqot jarayonida talabalar nazorat va tajriba guruhlariga ajratildi. Tajriba guruhida interfaol metodlar qo'llanilib, natijalar boshlang'ich va yakuniy holatda solishtirildi.

Tanqidiy fikrlashning vaqt bo'yicha o'zgarishi quyidagi model orqali ifodalandi:

$$T(t) = T_0 + k \cdot t$$

bu yerda: T_0 — boshlang'ich daraja, k - rivojlanish koeffitsienti, t - vaqt.

Metodika samaradorligi quyidagi formula orqali baholandi:

$$E = (T_{after} - T_{before}) / T_{before}$$

Natijalar statistik tahlil qilinib, taklif etilgan modelning samaradorligi asoslab berildi.

Tahlil va natijalar. Mazkur tadqiqotda fizika darslarida talabalarning tanqidiy fikrlash darajasini baholash maqsadida matematik model asosida tahlil amalga oshirildi. Tanqidiy fikrlash quyidagi ko'rinishda ifodalandi:

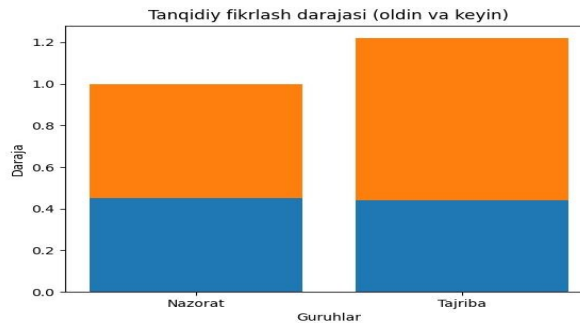
$$T = \alpha M + \beta A + \gamma L + \delta I$$

Ushbu model orqali talabalar bilimlari motivatsiya (M), analitik fikrlash (A), mantiqiy xulosa (L) va interfaollik (I) komponentlari asosida kompleks baholandi.

Tajriba jarayonida nazorat va tajriba guruhlarida boshlang'ich hamda yakuniy ko'rsatkichlar aniqlanib, quyidagi natijalar olindi:

Guruh	T_{after}	T_{before}	O'sish
Nazorat	0,45	0,55	+0,10
Tajriba	0,44	0,78	+0,34

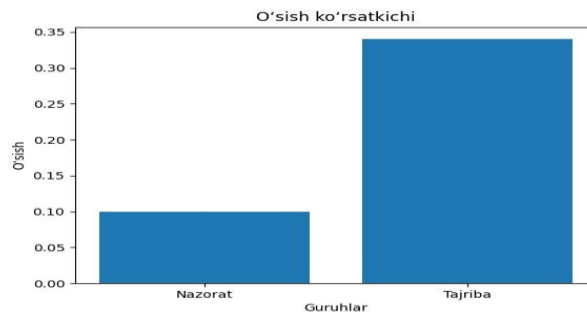
Olingan natijalar asosida 1-rasmda talabalarning tanqidiy fikrlash darajasining boshlang'ich va yakuniy holati grafik ko'rinishda tasvirlangan.



1-rasm. Talabalarning tanqidiy fikrlash darajasining boshlang'ich va yakuniy ko'rsatkichlari

Grafikdan ko'rinib turibdiki, tajriba guruhida tanqidiy fikrlash darajasi sezilarli darajada oshgan. Bu esa interfaol va muammoli o'qitish metodlarining samaradorligini ko'rsatadi.

Shuningdek, o'sish dinamikasini yanada aniqroq ko'rsatish maqsadida guruhlar kesimida o'sish ko'rsatkichlari tahlil qilindi.



2-rasm. Tanqidiy fikrlash darajasining o'sish dinamikasi

Mazkur grafikda tajriba guruhida o'sish ko'rsatkichi yuqori ekanligi yaqqol namoyon bo'ladi. Bu holat tanqidiy

fikrlashni rivojlantirishda taklif etilgan metodikaning ustunligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalari matematik jihatdan quyidagi samaradorlik formulasi orqali baholandi:

$$E = (T_{after} - T_{before}) / T_{before}$$

Hisoblash natijalariga ko'ra:

$$\text{Nazorat guruhi: } E = 0.22$$

$$\text{Tajriba guruhi: } E = 0.77$$

Natijalar shuni ko'rsatadiki, tajriba guruhida samaradorlik ko'rsatkichi ancha yuqori bo'lib, bu ishlab chiqilgan matematik model va metodikaning amaliy jihatdan samarali ekanligini isbotlaydi.

Bundan tashqari, tanqidiy fikrlash darajasining vaqt bo'yicha o'zgarishi quyidagi model orqali ifodalanadi:

$$T(t) = T_0 + k \cdot t$$

Mazkur model asosida tahlil qilinganda, tajriba guruhida rivojlanish koeffitsienti (k) yuqori ekanligi aniqlandi. Bu esa talabalarning analitik va mantiqiy fikrlash qobiliyatlari tezroq rivojlanayotganini bildiradi.

Umuman olganda, olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, taklif etilgan matematik model fizika ta'limida tanqidiy fikrlashni rivojlantirishni samarali baholash va boshqarish imkonini beradi.

Olib borilgan tadqiqot natijalari fizika ta'limida tanqidiy fikrlashni shakllantirish va rivojlantirishda matematik modellashirish yondashuvi samarali ekanligini ko'rsatdi. Taklif etilgan model orqali tanqidiy fikrlashning asosiy komponentlari - motivatsiya, analitik fikrlash, mantiqiy xulosa chiqarish va

interfaollik o'zaro bog'liq holda tahlil qilindi hamda ularning ta'lim jarayoniga ta'siri aniqlashtirildi.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, interfaol va muammoli o'qitish metodlari qo'llanilgan tajriba guruhida tanqidiy fikrlash darajasi sezilarli darajada oshgan. Bu esa ishlab chiqilgan matematik modelning amaliy ahamiyatga ega ekanligini hamda uni fizika ta'lim jarayoniga joriy etish maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot davomida tanqidiy fikrlash darajasini miqdoriy baholash imkonini beruvchi formulalar asosida olingan natijalar modelning ishonchliligini ko'rsatdi. Shuningdek, vaqt omiliga bog'liq holda rivojlanish dinamikasining tahlili talabalar tafakkurining bosqichma-bosqich shakllanishini aniqlash imkonini berdi.

Takliflar: Fizika darslarida tanqidiy fikrlashni rivojlantirish maqsadida interfaol va muammoli o'qitish metodlarini keng joriy etish lozim;

taklif etilgan matematik modelni o'quv jarayonida qo'llash orqali talabalar bilimni obyektiv baholash tizimini takomillashtirish mumkin.

ta'lim jarayonida talabalarni mustaqil fikrlashga undovchi topshiriqlar va masalalar ulushini oshirish maqsadga muvofiq.

tanqidiy fikrlash komponentlarini baholash uchun mezon va indikatorlar tizimini amaliyotga joriy etish zarur.

Kelgusida mazkur modelni boshqa fanlar kesimida ham qo'llash va takomillashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Benjamin S. Bloom. Taxonomy of Educational Objectives. – New York: Longman, 1956.
2. George E. P. Box. Empirical Model-Building and Response Surfaces. – New York: Wiley, 1987.
3. Jerome Bruner. The Process of Education. – Cambridge: Harvard University Press, 1960.
4. John Dewey. How We Think. – New York: Dover Publications, 1997.
5. Linda Elder, Richard Paul. Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life. – Boston: Pearson, 2014.
6. Robert H. Ennis. Critical Thinking. – New York: Prentice Hall, 2011.
7. David Hestenes. Modeling Instruction in Physics Education // American Journal of Physics, 1987.
8. C.E. Hmelo-Silver. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? // Educational Psychology Review, 2004.
9. R. Ishmuhamedov. Ta'limda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent, 2019.
10. Muslimov N.A. Pedagogik kompetentlik va innovatsion ta'lim texnologiyalari. – Toshkent, 2016.
11. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. Oliy ta'lim tizimini rivojlantirishga oid me'yoriy hujjatlar. – Toshkent, 2020.
12. Jean Piaget. The Psychology of Intelligence. – London: Routledge, 2001.
13. M. Prince. Does Active Learning Work? // Journal of Engineering Education, 2004.
14. Lev Vygotsky. Thought and Language. – Cambridge: MIT Press, 1986.
15. Xodjayev B.X. Umumiy pedagogika nazariyasi. – Toshkent, 2017.